Ano 2022

Amanda Vasconcelos Guimarães
Fernando Moraes Machado Brito
(Organizadores)

ZOOTECNIA:

Sistema de produção animal e forragicultura 2

Ano 2022

Amanda Vasconcelos Guimarães
Fernando Moraes Machado Brito
(Organizadores)

ZOOTECNIA:

Sistema de produção animal e forragicultura 2

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Bruno Oliveira
Camila Alves de Cremo
Daphynny Pamplona
Luiza Alves Batista
Natália Sandrini de Azevedo
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

Zootecnia: sistema de produção animal e forragicultura 2

Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Amanda Vasconcelos Guimarães
Fernando Moraes Machado Brito

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Z87 Zootecnia: sistema de produção animal e forragicultura 2 / Organizadores Amanda Vasconcelos Guimarães, Fernando Moraes Machado Brito. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0175-9
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.759220305

1. Zootecnia. I. Guimarães, Amanda Vasconcelos (Organizadora). II. Brito, Fernando Moraes Machado (Organizador). III. Título.

CDD 636

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

APRESENTAÇÃO

Apesar das atuais circunstâncias, onde o mundo inteiro passa por crises econômicas e ambientais, a produção agropecuária cresce anualmente e em muitos países é o que vem sustentando a economia. Esse crescimento é aliado a muito estudo e descoberta de novas técnicas que aliam alta produtividade e desenvolvimento sustentável. E nesse contexto, é fundamental que os pesquisadores e instituições de pesquisa continuem a descobrir novas técnicas e soluções que busquem sempre a melhoria da produção.

O e-book, intitulado “Zootecnia: Sistemas de produção animal e forragicultura 2”, traz oito capítulos sobre diferentes assuntos relacionados a bem-estar animal, produção animal e produção de forragem. Esta obra abordará temas como: balanço energético negativo e o puerpério em vacas leiteiras, uso de imagens termográficas na avaliação do conforto térmico de vacas leiteiras em sala de ordenha, avaliação do microclima em modelos em escala reduzida, distorcida e similitude parcial com sistema de aspersão na cobertura, efeito da argila chacko na alimentação como ligante de toxinas na carne de frango em condições semitropicais, importância da proteína na dieta do pirarucu, características e rendimento de carcaça de cabritos alimentados com diferentes fontes de proteínas, valor nutritivo da silagem de capim-elefante aditivada com DDG e WDG, utilização de bactérias diazotróficas na fertilização de pastagens de gramíneas tropicais.

Este é um material multidisciplinar, destinado a produtores rurais, acadêmicos e profissionais das áreas de zootecnia, veterinária, agronomia, e todos aqueles que buscam conhecimento científico de fácil acesso. Assim, cabe aqui agradecer aos autores, por terem colaborado enviando seus trabalhos e a Atena Editora por permitir a divulgação científica e publicação simplificada de textos em diferentes áreas de conhecimento.

Amanda Vasconcelos Guimarães
Fernando Moraes Machado Brito

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

O BALANÇO ENERGÉTICO NEGATIVO E O PUERPÉRIO EM VACAS LEITEIRAS

Data de aceite: 01/04/2022
Data de submissão: 07/03/2022

Welington Hartmann
Professor de Clínica Médica de Bovinos, Universidade Tuiuti do Paraná
Núcleo de Estudos em Clínica, Cirurgia, Produção e Reprodução Animal – NECCPRO/UTP
Curitiba – Paraná
Lattes: 1128697528473748

RESUMO: O período de transição em vacas leiteiras é definido como o período compreendido entre três semanas antes e três semanas após o parto, caracterizado por diversas mudanças fisiológicas e comportamentais em resposta ao rápido aumento das demandas de nutrientes, para apoiar os estágios finais do crescimento fetal e da produção de colostro e leite. Os cuidados especiais de manejo devem iniciar no momento da secagem e se estender além do primeiro mês pós-parto em vacas leiteiras de alta produção. Estima-se seguramente que aproximadamente um terço das vacas leiteiras apresente pelo menos uma doença clínica e mais da metade das vacas apresente pelo menos um caso subclínico nos primeiros 90 dias de lactação. Assim, destaca-se a importância do monitoramento das vacas leiteiras durante esse período para detectar sinais precoces da doença, diagnosticar doenças clínicas e subclínicas e iniciar o manejo de saúde direcionado para evitar prejuízos à saúde e à produção. Índices que compõem o monitoramento: período de serviço, taxa de prenhez, número de serviços por concepção, período seco, intervalo entre partos, idade à primeira concepção e idade à primeira cobertura.
PALAVRAS-CHAVE: doenças metabólicas; manejo pós-parto; período de transição.

NEGATIVE ENERGY BALANCE AND THE PUERPERIUM IN DAIRY COWS

ABSTRACT: The transition period in dairy cows is defined as the period between three weeks before and three weeks after calving, characterized by diverse physiological and behavioral changes in response to rapidly increasing nutrient demands, to support the final stages of fetal growth and development. of colostrum and milk production. Special handling care should start at the time of drying and extend beyond the first month postpartum in high-producing dairy cows. It is safely estimated that approximately one third of dairy cows have at least one clinical disease and more than half of cows have at least one subclinical case in the first 90 days of lactation. Thus, the importance of monitoring dairy cows during this period is highlighted to detect early signs of the disease, diagnose clinical and subclinical diseases and initiate health management aimed at avoiding damage to health and production. Indices that make up the monitoring: period of service, pregnancy rate, number of services per conception, dry period, interval between births, age at first conception and age at first coverage.
KEYWORDS: Metabolic diseases; postpartum management; transition period.

1 | INTRODUÇÃO

A intensificação do melhoramento genético de rebanhos leiteiros resulta em maiores potenciais produtivos individuais, com destaque às produções na ordem de 20.000 a 22.000 kg/lactação de 305 obtidas nas destacadas bacias leiteiras ao sul do país. A evolução genética teve início em 1930, com a seleção para volume de leite e gordura, atendendo inicialmente às expectativas das fábricas manteigueiras. Em 1977 houve o acréscimo da seleção para proteína, voltada ao rendimento industrial de queijos, e das características de tipo. Posteriormente, a partir de 1994 passou-se a dar importância à contagem de células somáticas, longevidade e facilidade de parto.

O passo mais significativo na modernização técnica do segmento produtivo foi obtido a partir do convênio da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa com a *Canadian International Development Agency*, que resultou na operacionalização do Laboratório do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiros do Paraná, para atender às demandas de análises de sólidos totais, gordura, proteína e contagem de células somáticas (RIBAS, 2000).

Os mais recentes conceitos agregados ao processo seletivo foram: taxa de prenhez das filhas, doenças infecciosas, doenças metabólicas e precocidade. No entanto, o sistema de produção de leite atual com demandas de energia devido às altas produções, colocou a vaca moderna em desvantagem reprodutiva. A recuperação da taxa de fertilidade nas fazendas é alcançável quando um conjunto de relações complexas entre a produção de leite, o manejo nutricional, metabolização hormonal e momento da inseminação estão intrinsecamente sincronizados.

O fato da produção leiteira individual e da taxa de concepção serem características antagônicas, nos impõe a necessidade de implantação de manejo apropriado, tendo em vista a necessidade de obtenção de bezerras para reposição do plantel de matrizes e ao mesmo tempo o início de novas lactações, sendo considerado ideal o intervalo entre partos de 12 meses. Assim, após a análise do status reprodutivo do rebanho é necessário um planejamento sobre como abordar e maximizar as taxas de fertilidade.

2 | PERÍODO DE TRANSIÇÃO

Um fato característico, que distingue as vacas leiteiras altamente especializadas, é o seu comportamento alimentar ao final da gestação e nas primeiras semanas de lactação, com grandes mudanças adaptativas. A essa fase denomina-se período de transição, e o principal desafio enfrentado pelas vacas é o aumento expressivo na demanda de nutrientes para produção de leite associado ao baixo consumo de matéria seca. As exigências de energia líquida para lactação praticamente dobram durante esse período que compreende as três últimas semanas de gestação e as três primeiras semanas de lactação (DRACKLEY et al., 2005). Os fatores responsáveis são: alterações hormonais decorrentes da proximidade

do parto, maior demanda de nutrientes para a síntese de colostro, desenvolvimento contínuo da glândula mamária, rápido crescimento fetal com mobilização de cálcio, início de uma nova lactação, introdução da vaca recém-parida em um novo grupo de vacas, entre outros.

O momento de maior demanda por nutrientes, coincidindo com a hiporexia, tem como consequência a mobilização das reservas corporais, gluconeogênese, e perda de peso. Esse evento é denominado: balanço energético negativo, resultando em mobilização da gordura corporal e liberação de ácidos graxos não esteroidais para a corrente sanguínea. A adoção do período seco para recuperação das vacas antes do próximo parto é fundamental e recomendada, no entanto deve-se ter atenção para que não ganhem peso em demasia, pois vacas com escore de condição corporal acima de 4,0 apresentam alta correlação com hiporexia pós-parto, alta incidência de doenças metabólicas e ausência de pico de lactação (RUEGG, 2002).

3 | FERTILIDADE

Em grandes rebanhos leiteiros comerciais as taxas de fertilidade têm tendência a diminuir ao longo da vida reprodutiva, em sentido decrescente das primíparas para as multíparas. Concomitantemente, a fertilidade está relacionada a eventos do puerpério, como balanço energético negativo, perda de peso pós-parto, involução uterina, persistência de infecções uterinas e/ou persistência de corpo lúteo. Para que se torne possível o cumprimento da meta estimada de um parto a cada 12 meses, é necessário que haja concepção no máximo dentro de um prazo de 82 dias após o parto.

Um conceito que está consolidado é referente à taxa de prenhez das filhas, conhecido na literatura internacional com DPR (*daughters pregnancy rate*). É definida como o percentual de vacas vazias que emprenharam durante cada período de 21 dias. Uma DPR de '1' implica que as filhas deste touro têm 1% mais chances de concepção durante esse ciclo estral do que um touro com uma avaliação de zero, portanto o aumento na DPR significa um decréscimo de dias abertos na Habilidade Prevista de Transmissão.

Após o parto, os órgãos associados à reprodução passam por um período de recuperação, com tendência ao retorno do ciclo estral.

3.1 Ovário

Os níveis elevados de hormônios produzidos no final da prenhez suprimem a atividade ovariana. Após o parto, todo o desenvolvimento folicular deve ser restabelecido, levando à primeira ovulação e aos ciclos estrais. Os oócitos no interior dos folículos devem permanecer saudáveis e a ovulação deve possibilitar a formação de um corpo lúteo totalmente funcional e altas concentrações de progesterona.

3.2 Hipotálamo-hipófise

O pico da produção de hormônios no final da prenhez inibe a liberação de

gonadotrofinas, e deve haver o restabelecimento do hormônio luteinizante para estimular o desenvolvimento dos folículos ovarianos. O hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) é um importante regulador da liberação do hormônio folículo estimulante (FSH) e do hormônio luteinizante (LH), atuando na regulação reprodutiva de acordo com a fase do ciclo estral. A liberação fisiológica de GnRH ocorre em resposta aos níveis circulantes de estradiol e progesterona. O GnRH atua estimulando a hipófise na liberação de FSH e LH. A regulação da liberação de GnRH ocorre por meio de mecanismos de feedback envolvendo os níveis hormonais das gonadotrofinas (FSH e LH) e esteroides (estradiol e progesterona). Os sistemas de feedback podem ser considerados positivos (estimuladores) ou negativos (inibidores), muitos sistemas de feedback são observados na regulação hormonal do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal (PEREIRA e HARTMANN, 2018).

3.3 Fígado

O período de puerpério de vacas leiteiras é freqüentemente caracterizado por condições inflamatórias, que resultam da liberação de citocinas pró-inflamatórias causadas por doenças infecciosas ou metabólicas, parasitas, trauma, endotoxinas do intestino ou estresse (DRACKLEY et al., 2005).

Os efeitos potenciais das citocinas pró-inflamatórias em vacas periparturientes são relacionados à síntese hepática, partição de nutrientes, anorexia e atividade reprodutiva. O principal efeito das citocinas no fígado é a estimulação da resposta de fase aguda, que é caracterizada pela indução da síntese de proteína de fase aguda positiva, principalmente detectada no plasma sanguíneo (por exemplo, haptoglobina e ceruloplasmina) e o comprometimento da síntese hepática de proteínas de fase aguda negativa, como albumina e proteína de ligação ao retinol, bem como apolipoproteínas. As citocinas induzem estresse imunológico e desvios metabólicos associados aos padrões normais de canalização de nutrientes (ou seja, assimilação para crescimento e desenvolvimento) para aumentar a produção de calor (febre) e síntese de proteínas incomuns no fígado e tecidos do sistema imunológico. O efeito das citocinas no agravamento do estado anoréxico pode ocorrer no período peri-parto. A atividade reprodutiva devido à liberação inoportuna de LH ou progesterona das glândulas supra-renais e a uma grande liberação de PGF2α podem interferir negativamente à circulação de citocinas. Todos esses efeitos podem contribuir para o comprometimento da produção de leite e fertilidade, conforme observado em vacas com anormalidades sanguíneas ou índices inflamatórios nas primeiras semanas de lactação (BIONAZ et al., 2007). As taxas mais baixas de fertilidade têm sido detectadas em vacas com doenças metabólicas periparto e com mastite. Os efeitos das citocinas no transporte de nutrientes para os tecidos, no consumo de matéria seca e no desvio da síntese hepática podem exacerbar o balanço energético negativo e aumentar o risco de lipidose hepática, sendo que ambos são causas de redução da eficiência reprodutiva (BERTONI et al., 2008).

3.4 Corpos cetônicos

Considera-se normal o aumento de corpos cetônicos devido à resposta metabólica natural ao aumento da demanda de energia no início da lactação, no entanto concentrações de BHB (beta-hidroxi-butirato) no sangue pós-parto acima de 3,0 mmol / L são associadas a baixo desempenho reprodutivo, produção de leite reduzida e aumento do risco de deslocamento de abomaso (BENKE e HARTMANN, 2021), portanto recomenda-se o monitoramento de BHB nas 3 primeiras semanas pós-parto como medida profilática. Procede-se coletas de sangue periférico por punção da veia caudal e as amostras submetidas à leitura utilizando-se SnapTest digital Ketovet® para monitoramento da beta cetona sanguínea. A preocupação também ocorre com níveis de 1,2 a 2,9 mmol / L, pois a cetose subclínica também contribui para a hiporexia, constituindo um inimigo oculto nos rebanhos (MULLER e HARTMANN, 2017). Considerando-se as coletas de sangue periférico de rebanhos, vacas não prenhes após a primeira inseminação tendem a apresentar concentrações elevadas de BHB circulante no período de transição quando comparadas às vacas confirmadamente prenhes. Em estudos de Walsh et al. (2007), na segunda semana pós-parto, as vacas com concentrações circulantes de BHBA ≥ 1.400 mol / L apresentaram probabilidade significativamente menor de concepção após a primeira inseminação artificial. Uma relação dose-resposta foi obtida quando uma comparação entre a probabilidade de gestação após a primeira inseminação e a duração de corpos cetônicos circulantes elevados foi investigada. A taxa de prenhez foi reduzida em 20% em vacas com diagnóstico de cetose subclínica na primeira e/ou na segunda semana pós-parto.

3.5 Alterações hormonais

As concentrações de estrógeno no plasma aumentam durante o final da gestação, com concentrações altas na primeira e segunda semana antes do parto. As concentrações de progesterona durante o período seco são elevadas com a finalidade de manter a gestação, no entanto diminuem rapidamente dois dias antes do parto. As concentrações de insulina plasmática diminuem no período final da gestação e início da lactação em vacas leiteiras, com picos agudos no dia do parto. Há diminuição da resposta a insulina em relação à lipólise e mobilização de AGNE (ácidos graxos não esterificados), que são relacionados ao aporte de energia. No início da lactação ocorre quase total supressão da lipogênese, devido aos baixos níveis de insulina plasmática e a diminuição da utilização de glicose ou acetato em razão da baixa resposta do tecido adiposo a insulina. O aumento das concentrações de glicose ao parto é devido ao aumento das concentrações de glucagon e glicocorticóides que promovem a depleção dos estoques de glicogênio hepático. Altas concentrações de AGNE duas semanas antes do parto estão relacionadas a: aumento na incidência de deslocamento de abomaso à esquerda; perda de produção de leiteira no período do pico e aumento na incidência de retenção de placenta, resultando em aumento de dias abertos.

Consumo de matéria seca: Ao final da gestação a vaca reduz o consumo de matéria seca em até 40%, ao mesmo tempo em que há aumento na demanda de energia para manter o crescimento rápido do feto e a produção de colostro. Para suprir a demanda por energia são acionados diversos mecanismos como a "quebra" de gordura, com a formação de AGNE e beta-hidroxibutirato (BHB). Ambos são indicadores úteis sobre a intensidade da mobilização da reserva de gordura pelas vacas no período de transição. Portanto deve-se atuar preventivamente, adotando-se correções ao manejo nutricional com o objetivo de manter o escore de condição corporal (ECC) adequado ao longo da lactação e do período seco, beneficiando a qualidade do embrião, os resultados reprodutivos e a saúde geral das vacas, com menor incidência de metrite, mastite, cetose e pneumonia. O aumento da frequência de distribuição da alimentação durante o dia, aumento de metragem linear de cocho, sombreamento e resfriamento e atenção à fibra detergente neutra e à diferença aniônica-catiônica da dieta são fatores que devem ser considerados. Vacas resfriadas durante o período seco apresentam aumentos de produção quando comparadas a vacas sob estresse calórico nessa fase, mesmo quando há resfriamento após o parto, no restante da lactação (BLOCK, 2010).

3.6 Dietas acidogênicas

Recomenda-se evitar forragens ricas em potássio nesse período e suplementar com sal aniônico, ricos em cloretos. Deve-se verificar a Diferença Catiônica - Aniônica da Dieta (DCAD) no pré-parto, para que permaneça entre - 5 a - 15 mEq/100 g de matéria seca (BLOCK, 2010).

3.7 - Manejo sanitário

O calendário sanitário da propriedade deve ser efetivado como preconizado, prevenindo-se enfermidades como brucelose, tricomoníase, campilobacteriose, rinotraqueíte viral bovina, diarréia viral bovina, relacionadas diretamente com a reprodução.

4 | MONITORAMENTO

Em fazendas leiteiras de médio e grande porte deve-se adotar estratégias definidas, com parâmetros capazes traduzir os índices de fertilidade:

4.1 Período de serviço

É um dos melhores indicadores da atual eficiência reprodutiva do rebanho. Considera-se ideal estabelecer como meta o período entre 85 e 100 dias.

4.2 Taxa de prenhez

A taxa de prenhez dos rebanhos nos indica o número de vacas em gestação em relação ao total de fêmeas adultas. Os conceitos de taxa de prenhez e taxa de concepção são semelhantes, no entanto resultam de cálculos baseados em todas as vacas a serem inseminadas (taxa de prenhez) e vacas efetivamente inseminadas (taxa de concepção)

(TACON, 2018).

4.3 Número de serviços por concepção

O número de serviços por concepção também afeta diretamente o período de serviço. Em um período de serviço de 82 dias, por exemplo, a vaca tem três oportunidades para concepção.

4.4 Período seco

Um período de seco curto não permitirá que a vaca tenha o tempo que ela precisa para regenerar seu sistema mamário, enquanto períodos secos longos resultará em custos de alimentação sem qualquer produção em troca. O período ideal é de 60 dias. Recomenda-se a formação de dois grupos de vacas no período seco. Um grupo composto por vacas recém secadas e o outro por vacas no pré-parto. Assim, com 30 dias após a secagem as vacas são transferidas para o grupo 2, permanecendo aí por 30 dias, totalizando os 60 dias de período seco. As exigências nutricionais dos dois grupos são muito diferenciadas, e somente o grupo 2 deverá receber a dieta acidogênica.

4.5 Intervalo entre partos

O intervalo entre partos é resultante da somatória do período de serviço e da duração da gestação, constituindo um excelente indicador da eficiência reprodutiva. O objetivo deve ser manter o intervalo entre partos o mais próximo possível de 365 dias.

4.6 Idade à primeira cobertura

Para viabilizar o parto de novilhas entre 23 e 25 meses de idade, a concepção deve ser alcançada entre 14 e 16 meses de idade, e a puberdade entre 11 e 13 meses de idade. Para a primeira cobertura, o parâmetro deve ser a novilha ter atingido 75 % do peso da vaca adulta, que corresponde a 460 a 480 kg na raça Holandesa.

4.7 Idade ao primeiro parto

É consequência da idade à primeira cobertura, considerando-se ideal 24 meses, tendo em vista a precocidade atingida nos rebanhos atuais. Esse índice traduz maior produção de leite acumulada na vida útil.

5 I CONCLUSÃO

O nível de especialização das vacas leiteiras exige a adoção de medidas profiláticas específicas, com o objetivo de se evitar as enfermidades que acometem os rebanhos, tendo em vista a queda de imunidade no período peri-parto. A hiporexia verificada no período de transição resulta em mobilização da gordura e perda de escore corporal, concomitantemente ao aumento dos níveis de ácidos graxos não esteroidais e beta-hidroxibutirato, e como consequência há surgimento das doenças metabólicas que atrasam a concepção pós-

parto e contribuem negativamente aos índices de fertilidade. Medidas devem ser adotadas, principalmente com relação nutricional, para minimizar esses fatores, permitindo às vacas a manifestação do seu potencial produtivo.

REFERÊNCIAS

BENKE, E.; HARTMANN, W. **Estudo da concentração de betahidroxibutirato no período periparto em rebanhos leiteiros**. Seminário de Iniciação Científica – Universidade Tuiuti do Paraná – 2021.

BERTONI, G.; TREVISI, E.; HAN, X.; BIONAZ, M. **Effects of Inflammatory Conditions on Liver Activity in Puerperium Period and Consequences for Performance in Dairy Cows.** J. Dairy Sci. 91:3300–3310, 2008.

BIONAZ, M.; TREVISI, E.; CALAMARI, L. et al. **Plasma paraoxonase, health, inflammatory conditions and liver function in transition dairy cows**. J. Dairy Sci. 90:1740–1750, 2007.

BLOCK, E. **Transition Cow Research – What Makes Sense Today?** High Plains Dairy Conference, 2010.

DRACKLEY, J. K.; DANN, H. M.; DOUGLAS, G. N. et al. **Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders.** Ital. J. Anim. Sci. 4: 323-344. 2005.

MULLER, L. G. H.; HARTMANN, W. Diagnóstico de Doenças Metabólicas em Vacas no Periparto. Tuiuti: Ciência e Cultura, n. 54, p. 81-98, Curitiba, 2017.

PEREIRA, J. F. S.; HARTMANN, W. **Regulation of the Hypothalamic Pituitary-Gonadal Axis and the Manipulation of the Estrous Cycle of Bovine Females. Reproduction Biotechnology in Farm Animals.** Chapter 3. AVID-SCIENCE, 2018.

RIBAS, N.P. **Laboratório processa 300 mil amostras de leite.** Revista Gado Holandês, n. 489, p.11, 2000. São Paulo.

RUEGG, P. **Vigile las tasas anuales de enfermidades para comparar sus metas.** Hoard's Dairyman, n. 87, p. 162, 2002.

TACON, E. P. **Sazonalidade, índices reprodutivos e produtivos em vacas da raça Holandesa no free-stall.** Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil. Descalvado, 2018.

WALSH, R. B.; WALTON, J. S.; KELTON, D. F. et al. **The Effect of Subclinical Ketosis in Early Lactation on Reproductive Performance of Postpartum Dairy Cows.** J. Dairy Sci. 90:2788–2796, 2007.

CAPÍTULO 2

IMAGENS TERMOGRÁFICAS NA AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DE VACAS LEITEIRAS EM SALA DE ORDENHA

Data de aceite: 01/04/2022
Data de submissão: 08/03/2022

Liandra Maria Abaker Bertipaglia
Universidade Brasil, UB
Descalvado-SP
http://orcid.org/0000-0001-5811-7816

Gabriel Maurício Peruca de Melo
Universidade Brasil, UB
Descalvado-SP
http://orcid.org/0000-0002-1634-4145

Wanderley José de Melo
Universidade Brasil, UB, Descalvado-SP e Universidade Estadual Paulista, FCAV/UNESP, Pesquisador Sênior do CNPq
Jaboticabal-SP
http://orcid.org/0000-0003-2683-0347

Paulo Henrique Moura Dian
Universidade Brasil, UB
Descalvado-SP
http://orcid.org/0000-0002-6949-7831

Caroline Fernanda Franco Lima
Médico Veterinário, Residente no Hospital Veterinário Escola da Universidade Brasil. Descalvado-SP
http://lattes.cnpq.br/5810907352835677

Angelo Rodney da Rocha Coelho
Médico Veterinário, mestrando em Produção Animal pela Universidade Brasil.
Descalvado-SP
http://lattes.cnpq.br/8902593028574349

Luciana Maria Saran
Universidade Estadual Paulista, FCAV/UNESP
Jaboticabal-SP
https://orcid.org/0000-0003-3853-7957

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar a efetividade de ações de aclimatação da sala de ordenha sobre o conforto térmico de vacas da raça Holandesa em sala, utilizando-se da análise de imagens termográficas. Na coleta de dados foram avaliadas oito vacas da raça Holandesa em lactação. O galpão de ordenha foi dividido em três partes, sendo espaços de espera para ordenha (dotado de ventiladores e aspersores), ordenha (mecânica, modelo tipo espinha de peixe) e pós-ordenha (dotado de ventiladores e aspersores e cochos para alimentação). Imagens termográficas foram obtidas do animal no momento da ordenha (cabeça e úbere) e após a ordenha ainda no interior do galpão (cabeça, costado e úbere), à distância de 1,5 m. As condições climáticas médias foram registradas e os índices de temperatura e umidade (THI) e temperatura do globo negro e umidade (BGHI) estimados. De acordo com as imagens termográficas registradas, a troca térmica entre o animal e o ambiente no galpão de ordenha mostrou-se ineficiente, pois constatou-se resfriamento apenas da cabeça das vacas nas três seções do galpão da ordenha (temperaturas médias 32,6 °C, 34,8 °C e 35,8 °C na cabeça, costado e úbere, respectivamente). Na seção pós-ordenha, o dimensionamento do espaço de cocho ocasiona o adensamento dos animais lado

a lado, dificultando a troca de calor do corpo com o ambiente (convecção e evaporação), sendo registrados os maiores valores de temperatura de superfície corpórea (costado, 38,44 °C). Concluiu-se que a instalação onde ocorre a ordenha promove resistência à perda de calor corporal pelos altos índices THI e BGHI no ambiente interno do galpão e que medidas mitigadoras devem ser efetuadas para a promoção da zona de conforto térmico nesse ambiente. O uso de imagens termográficas é uma técnica viável e confirmatória na avaliação de conforto térmico de vacas Holandesas em ambientes fechados e pode ser utilizada para adequação de instalações visando aumentar o conforto térmico.
PALAVRAS-CHAVE: Estresse térmico, termografia de infravermelho, troca térmica, zootecnia de precisão

THERMAL IMAGING TO EVALUATE DAIRY CATTLE WELLBEING AT MILKING PARLOR

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effectiveness of milking parlor acclimatization actions on the thermal comfort of Holstein cows in parlors, using thermographic image analysis. Eight Holstein cows in lactation were evaluated. The milking barn was divided into three parts, the waiting area for milking (equipped with fans and sprinklers), milking (mechanical, herringbone model), and post-milking (equipped with fans and sprinklers and feeding troughs). Thermographic images were taken of the animal at milking (head and udder) and after milking still inside the barn (head, side, and udder), at a distance of 1.5 meters. The average climatic conditions were recorded, and the temperature and humidity index (THI) and the black globe temperature and humidity index (BGHI) were estimated. According to the recorded thermographic images, the heat exchange between the animal and the environment in the milking parlor proved to be inefficient as only the head of the cows in the three sections of the milking parlor was cooled (average temperatures 32,6 °C, 34,8 °C, and 35,8 °C in the head, side and udder respectively). In the post-milking section, the size of the trough space causes the animals to be crowded side by side, hindering the exchange of body heat with the environment (convection and evaporation), with the highest values of body surface temperature (side, 38.44 °C) being recorded. It was concluded that the milking barn promotes resistance to body heat loss by the high THI and BGHI in the indoor environment and that mitigating measures should be taken to promote the thermal comfort zone in this environment. The use of thermographic images is a viable and confirmatory technique in the evaluation of thermal comfort of Holstein cows in closed environments and can be used to adapt facilities to increase thermal comfort.
KEYWORDS: Heat stress, infrared thermography, heat exchange, precision animal husbandry

1 | INTRODUÇÃO

Sabendo-se da influência negativa e significativa das ondas de calor no bem-estar e na produtividade das vacas leiteiras, o clima quente, com condições atípicas às históricas registradas, gera preocupação aos técnicos, produtores rurais e pesquisadores. O clima variável, causado pelo aquecimento global, pode contribuir para episódios de estresse por calor nos animais, que variam em função da duração e intensidade, estado fisiológico e

restrições ambientais.

A zootecnia de precisão, em uma de suas vertentes, se inclina à verificação do estresse térmico de forma direta nos animais de produção pois, segundo Silanikove (2000), quando a temperatura ambiente crítica superior é atingida, o animal é incapaz de regular efetivamente a temperatura corporal, o estresse térmico é induzido e, como consequências, o metabolismo fisiológico, produtividade e comportamento são dramaticamente alterados com o intuito de se adaptar às condições desfavoráveis.

Neste sentido, Dikmen e Hansen (2009) definiram o estresse térmico como a soma de forças externas agindo sobre um animal que causa um aumento na temperatura corporal e evoca uma resposta fisiológica.

A temperatura da superfície corporal do animal reflete as condições do ambiente onde ele está sendo mantido. Ferramentas para o monitoramento destas temperaturas são propostas e, na maioria dos casos, estão associadas a sistemas de gestão para alertar a situação e propor possíveis medidas mitigadoras. Dentre as ferramentas, podem-se citar as imagens termográficas obtidas por uma câmera termográfica de infravermelho.

A termografia de infravermelho (TIV) pode ser utilizada no sensoriamento remoto, medindo alterações na produção e perda de calor como resultado de estresse ou de doença.

1.1 Termografia de infravermelho

A intervenção nos sistemas de produção é essencial para otimização da produção e da lucratividade. Dentre as tecnologias utilizadas para gerar dados, produzir informações e ajudar na gestão dos recursos, pode-se citar a imagem, ou a análise de imagens, que é uma ferramenta em consolidação, com aplicações em várias áreas da ciência.

A zootecnia de precisão, por meio da análise de imagens e informações, procura atender às exigências específicas de uma instalação, de um animal nas diferentes espécies, da sua forma e tempo de criação e das necessidades em manejos.

Com o avanço das tecnologias adotadas pela zootecnia de precisão, pode-se citar o uso da termografia de infravermelho, que se trata de uma ciência dedicada à aquisição e processamento de informações de dispositivos de medição sem contato, ou seja, não invasivo (MALDAGUE, 2001). Baseia-se na radiação infravermelha, uma forma de radiação eletromagnética com comprimentos de onda mais longos do que os da luz visível. A radiação infravermelha possui comprimento de onda maior que a luz visível e um comprimento de onda menor que as micro-ondas. Seus comprimentos de onda variam entre 0,7 e 1.000 μm, não perceptíveis pelo olho humano.

Câmera Termográfica

A câmera térmica ou termográfica é um dispositivo sem contato, que detecta a energia infravermelha (calor) e a converte em uma imagem visual. Os termovisores produzem fotos com base nas variações de emissão de calor, ou seja, capturam energia infravermelha e

usam os dados para criar imagens. De modo geral, são muito usadas na agricultura para detectar o estresse hídrico e executar planos de irrigação (GONZALEZ-DUGO et al., 2013) e na produção animal para o estudo de estresse térmico de forma não-invasiva.

As especificações importantes a serem consideradas ao escolher uma câmera termográfica incluem resolução, alcance, campo de visão, foco, sensibilidade térmica e alcance espectral. Como exemplo, podem-se destacar a câmeras térmicas, que podem detectar pequenas diferenças de calor (0,01 °C) e exibi-las em tons de cinza ou com diferentes paletas de cores (FLIR, 2020).

IMAGEM TERMOGRÁFICA

A radiação infravermelha emitida por um corpo é apresentada como um termograma, que é uma imagem onde o gradiente de cor corresponde à distribuição das temperaturas da superfície, sendo que a relação dos gradientes de temperatura estabelece padrões térmicos específicos, que podem ser usados, por exemplo, para avaliar a influência do meio externo sobre aquela superfície (RAI et al., 2017).

O mapa de temperatura (termograma) assim obtido é representado através da aplicação de cores para fins de visualização (Figura 1).
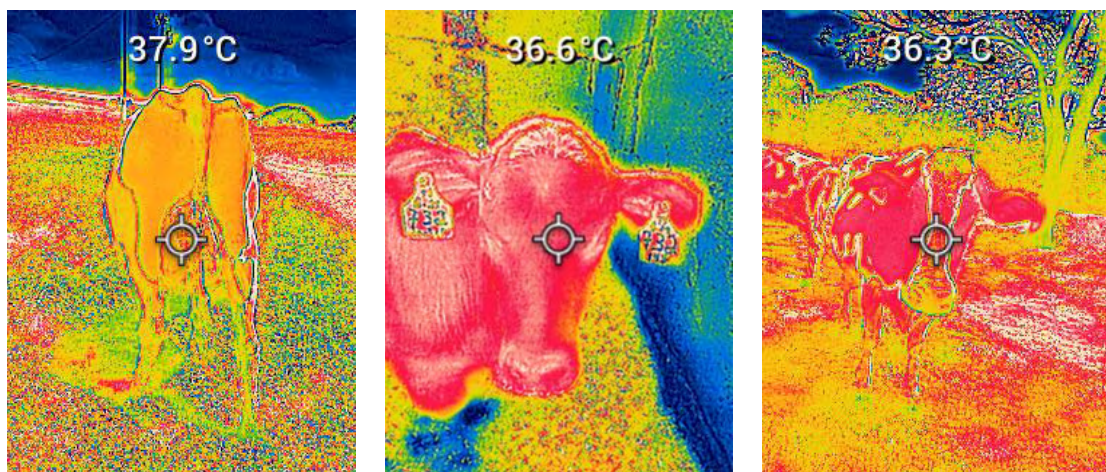
Figura 1. Exemplos de imagens termográficas, no comprimento de onda do infravermelho, de vacas da raça Holandesa em lactação. A paleta de cores está associada com a temperatura da superfície registrada.

O gradiente de cor na escala usada na câmera reflete as diferenças no calor emitido pelo objeto. Um dispositivo de varredura infravermelha é usado para converter a radiação infravermelha emitida pela superfície da pele em impulsos elétricos, que são visualizados em cores em um monitor (ALSAAOD e BUSCHER, 2011). A imagem é formada por um

conjunto de pixel, em que cada pixel corresponde a uma intensidade de temperatura, onde aparecem as áreas mais quentes (branco ou vermelho) e as áreas mais frias (azuis ou pretas).

A imagem térmica não necessita de luz ambiente para ser capturada, pois baseia-se apenas na detecção de emissões térmicas da matéria. As radiações IV, emitidas pelos sistemas de imagem térmica, são capturadas por sensores passivos para todos os objetos com temperatura acima do zero absoluto. Segundo Meola (2012), a radiação emitida é função da temperatura dos materiais, sendo que, na temperatura mais alta, maior a intensidade da energia infravermelha emitida e mais curto é o comprimento de onda. Ou seja, o comprimento de onda no qual a radiação eletromagnética é emitida depende da temperatura do objeto.

Montanholi et al. (2015) conduziram pesquisas com o objetivo de demonstrar a influência de fatores extrínsecos ao animal na temperatura da superfície corporal, avaliada por meio de imagens infravermelhas. De acordo com os resultados obtidos, indicaram que as medições da temperatura corporal foram fortemente repetíveis, quando realizadas em tomadas de 10 segundos; a adequação das diferentes tecnologias de câmeras de infravermelho foi influenciada pela distância do alvo; e os resultados foram consistentes, quando a análise dos termogramas foi comparada entre os avaliadores. A avaliação dos fatores ambientais indicou que o vento e os detritos aderidos à superfície do corpo causaram diminuições na temperatura da superfície corporal, sem afetar a taxa metabólica; além disso, a temperatura da superfície corporal aumentou devido à luz solar, mas retornou aos valores basais minutos após a exposição à sombra. O exercício causou aumento na temperatura da superfície corporal e na taxa metabólica.

Deve ser ressaltado que detectar temperaturas precisas da superfície corporal pode ser desafiador devido a uma gama de fatores intrínsecos e extrínsecos ao animal ou sua região de interesse, que alteram as medidas do termograma. Além disso, esses fatores podem agir simultaneamente, resultando no confundimento do alvo biológico correlacionado, com mudanças inesperadas no padrão de temperatura da superfície em estudo. Os fatores extrínsecos podem incluir as flutuações na temperatura ambiente, exposição à luz solar, movimento do ar, detritos na superfície do corpo, tão como as propriedades térmicas de cascos e pelagem dos animais (SOROKO e HOWELL, 2018; DOMINO et al., 2020; JØRGENSEN et al., 2020). Os fatores intrínsecos podem ser relacionados ao estado fisiológico, espécie, categoria interespecífica, alterações metabólicas, estado clínico e sanitário, dentre outros (JONES et al., 2005; MONTANHOLI et al., 2008).

Uso da Termografia de infravermelho em animais de produção

Uma gama de trabalhos foi desenvolvida para otimizar a interpretação das medições de temperatura e demonstrar a confiabilidade da técnica em diferenciar animais ou

ambientes. Neste sentido, pesquisas com o objetivo de estabelecer o termograma padrão para cada raça, ou para determinada região de interesse que se mostre exato e preciso, por exemplo, têm sido conduzidas (MONTANHOLI et al., 2009; DOMINO et al., 2020; JONES et al., 2005).

Sabe-se que a termografia de infravermelho pode detectar mudanças na temperatura corpórea dos animais em decorrência de alterações no fluxo de sangue periférico, resultando em mudanças na perda de calor, sendo uma ferramenta útil para medir o estresse em animais.

Cook et al., (2005) demonstraram que a termografia de infravermelho pode ser usada para indicar estresse térmico nos animais. Os autores indicam que a região dos olhos pode ser uma área alvo ou preditiva para a tomada de temperatura. Explicam que, especificamente, a temperatura de pequenas áreas ao redor da borda posterior da pálpebra e da carúncula lacrimal, têm ricas camadas capilares e respondem com confiança às mudanças no fluxo sanguíneo corporal.

A região do olho também foi indicada nas pesquisas de Gloster et al., (2011) como a melhor, quando comparada à dos cascos de vacas claudicantes. Os resultados mostraram que, nas condições do Reino Unido, a temperatura do casco de um animal variava de 10 °C a 36 °C e foi influenciada principalmente pela temperatura ambiente e pela atividade do animal imediatamente antes da medição. As temperaturas da região dos olhos não foram afetadas pela temperatura ambiente e são um indicador útil da temperatura corporal central.

Tem sido sugerido que fatores intrínsecos, como alterações no fluxo sanguíneo regional, proliferação de tecidos, interações metabólicas e/ou hormonais associadas à gravidez causam diferenças nas temperaturas entre animais gestantes e não gestantes, que podem ser registradas com termografia infravermelha (BOWERS et al., 2009; HILSBERG et al., 2008). Portanto, a termografia tem sido amplamente utilizada para determinar a gestação ou não em novilhas leiteiras (JONES et al., 2005).

O uso da termografia de infravermelho foi associado à previsão do consumo alimentar residual e eficiência alimentar de touros mestiços. Montanholi et al., (2009) testaram modelos alternativos para calcular o consumo alimentar residual, usando informações de consumo de matéria seca, ganho médio diário, peso corporal e de temperatura da superfície corporal (olhos, bochecha e pés) medidas por imagem termográfica e ultrassom (área de olho, de lombo, de espessura de toucinho e de pontuação de marmoreio). Os pesquisadores classificaram os touros em relação ao consumo alimentar residual (alto, médio, baixo) e observaram que os de baixo consumo alimentar residual apresentaram temperatura mais baixa na região dos olhos, bochechas e pés em comparação com touros de alto consumo alimentar residual (menos eficientes).

A termografia de infravermelho também foi avaliada na detecção de cios em vacas leiteiras. Talukder et al., (2014) ressaltaram que essa tecnologia possibilitou a detecção

de alterações na temperatura da pele em relação ao momento da ovulação. O objetivo do estudo foi desenvolver e aplicar um algoritmo para detectar vacas prestes a ovular. Na condução do estudo, os pesquisadores observaram diminuição significativa na temperatura do focinho e da vulva 48 horas antes da ovulação, seguida de aumento acentuado 24 horas antes da ovulação.

Vários relatos indicam que a temperatura da superfície do úbere pode ser indicador útil de mastite subclínica. Velasco-Bolaños et al. (2020) avaliaram a termografia de infravermelho como ferramenta diagnóstica para infecção intramamária e concluíram que a termografia de infravermelho é um método confiável e clinicamente útil para o diagnóstico deste tipo de infecção em vacas leiteiras. No mesmo sentido, pesquisas anteriores como em Berry et al., (2003), indicavam o uso da termografia para determinar variações na temperatura da superfície do úbere relacionadas à ordenha, condições ambientais e exercícios de bovinos leiteiros.

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a efetividade de ações de aclimatação da sala de ordenha sobre o conforto térmico de vacas da raça Holandesa em sala de ordenha, utilizando-se da análise de imagens termográficas em pontos de referência do corpo e o comportamento animal.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em propriedade rural (21 °54 ‘05.1 “S 47 ° 33 ‘20.8 “W) localizada no município de Descalvado-SP. A coleta de dados ocorreu durante o mês de outubro de 2021, quando foram avaliadas oito vacas da raça Holandesa, com dois terços do estágio lactacional e com média de produção de 32 kg dia^{-1}. Os animais foram selecionados pela produção de leite, ordem de parto, ponto da curva de lactação e semelhanças na porcentagem de área da malha de pelos brancos e pretos.

Foi utilizada uma câmera térmica FLIR T297(FLIR Systems Inc.). As imagens infravermelhas foram realizadas apenas durante a segunda ordenha diária, às 11 h 30 min, em galpão para a ordenha antes da ordenha (local de espera), no momento da ordenha (local de ordenha) e após a ordenha (local de alimentação). Imagens termográficas obtidas no momento da ordenha foram realizadas antes do exame clínico da glândula mamária (cabeça região frontal e úbere) e após a ordenha, ainda no interior do galpão (cabeça região frontal, costado e úbere), à distância de 1,5 m da área de interesse. As imagens foram obtidas após o posicionamento na região de maior temperatura, procedimento repetido por 5 vezes.

A superfície de interesse para a tomada da imagem foi inspecionada quanto a qualquer artefato externo que pudesse afetar a temperatura da superfície, adicionando pontos frios ao termograma, como sujeira, lama, grama ou esterco.

Durante o processo de tomada de imagem, a umidade relativa (%), a temperatura

atmosférica (°C) e a velocidade do vento (m/s) foram medidas, usando termo-higrômetro-anemômetro (*Extech Instruments*), além do registro das temperaturas do globo negro (TG) e do ponto de orvalho (DEW). O índice de temperatura e umidade (THI) foi calculado pela equação descrita por Mader et al., (2006), e a temperatura do globo negro e umidade (BGHI), segundo Buffington et al. (1981). Os parâmetros THI e BGHI foram estimados no ambiente externo e no interior do galpão da ordenha pelo registro de 10 leituras.

O galpão de ordenha foi dividido em três partes: espaços de espera para ordenha, ordenha e pós-ordenha. As seções são dotadas de aspersores e ventiladores (velocidade média de 2,2 m/s). Na pós-ordenha do galpão, as vacas recebem parte da dieta (silagem de milho e concentrado) em cocho de alvenaria, sendo que acima da linha de cocho estão localizados aspersores e, acima desses, um ventilador. Nas laterais do galpão, as paredes têm 1,5 m de altura, conferindo um vão até o pé direito (2,5 m). A cobertura do telhado era de material cerâmico.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo as imagens termográficas, a troca térmica entre o animal e o ambiente no galpão de ordenha se mostra ineficiente pois se constatou resfriamento apenas da cabeça das vacas nas três seções do galpão da ordenha (temperatura média 32,6 °C, 34,8 °C e 35,8 °C na cabeça/frontal, costado e úbere, respectivamente) (Figuras 2 e 3).
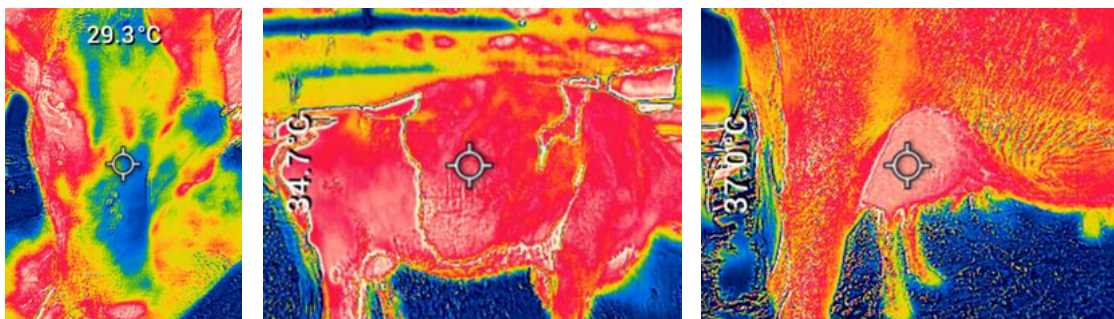
Figura 2. Imagens termográficas da cabeça/frontal, costado e úbere (lateral direita) no comprimento de onda do infravermelho. As cores vermelha e azul nas extremidades da escala representam as regiões mais quentes e mais frias, respectivamente.
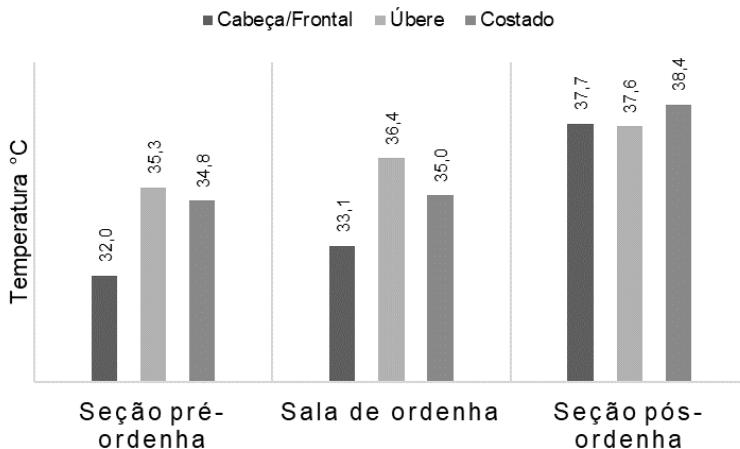
Figura 3. Médias da temperatura da cabeça/frontal, úbere e costado das vacas nas seções pré-ordenha, sala de ordenha e pós ordenha no galpão de ordenha, às 11 h30 min.

As condições climáticas médias foram registradas e os índices de temperatura e umidade (THI) e temperatura do globo negro e umidade (BGHI) estimados no ambiente externo (THIsol 77,67±0,79 e THIsombra 75,41±0,64; BGHIsombra 78,56±0,21 e BGHIsol 87,20±1,00) e no interior do galpão: pré-ordenha (THI 78,39±0,24; BGHI 78,74±0,21), ordenha (THI 77,39±0,12; BGHI 78,07±0,34) e pós-ordenha (THI 78,24±0,42; BGHI 80,25±4,71) (Figura 4).
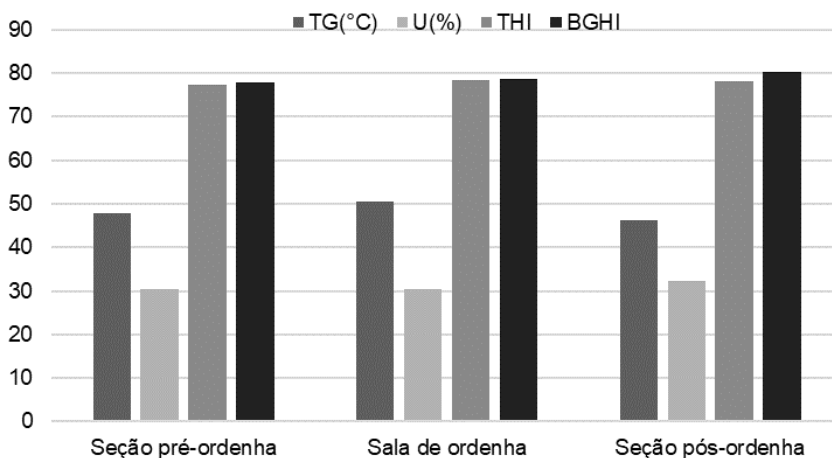
Figura 4. Médias dos parâmetros de condição climática nas seções pré-ordenha, sala de ordenha e pós-ordenha no galpão de ordenha, registro realizado às 11 h30 min, onde foram registrados temperatura de globo negro -TG (ºC), umidade relativa - U (%), índices de temperatura e umidade - THI, e índice de temperatura do globo negro e umidade – BGHI.

O ITU, que combina umidade relativa e temperatura ambiente, foi relatado como um fator diretamente associado à temperatura corporal superficial de bovinos (PENG et al., 2019). Nasr e El-Tarabany (2017) indicaram a relação do aumento da THI ao aumento da contagem de células somáticas (CCS) das glândulas mamárias avaliadas.

Segundo Dash et al., (2016), o estresse calórico tem efeitos adversos no desempenho reprodutivo de bovinos e bubalinos. O THI é o índice mais utilizado para medir o nível de estresse térmico em animais de produção. As características reprodutivas dos bovinos são suscetíveis aos impactos negativos do estresse térmico com aumento do ITU acima de 72, enquanto os búfalos são mais propensos ao estresse térmico quando o nível do ITU ultrapassa 75.

O dimensionamento do espaço de cocho de alimentação no interior do galpão de ordenha (pós-ordenha) ocasiona o adensamento dos animais lado a lado, dificultando a troca de calor do corpo com o ambiente (convecção e evaporação). Nesta seção foram registrados os maiores valores de temperatura corporal (Figura 3), não havendo grandes diferenças entras as regiões de registros termográficos.

Dentre todos os animais, duas vacas se destacaram pelo comportamento estratégico de perda de calor (mecanismo evaporativo) no ambiente de ordenha.

No caso do animal 1, antes e após a ordenha, na tentativa de aproximar a cabeça à fonte de aspersão de água e expor o corpo à ação do sistema de ventilação, o animal posicionava os membros anteriores no cocho de alimentação, mantendo-se em pé com os membros posteriores no chão. Pelas imagens termográficas, a temperatura média da cabeça era de 33,76 °C, estando 2,29 ºC menor que a do corpo (costado:36,05 °C) (Figura 4).

O animal 2, avaliado no mesmo ambiente e condição climática, expressou comportamento distinto do animal 1 (temperatura da superfície corpórea de 36,10 °C). O animal foi incapaz de dissipar calor efetivamente por evaporação e/ou convecção, elevando frequência respiratória, com consequente efeito no metabolismo, para estimular a perda evaporativa de calor (ofegação) e manter o equilíbrio térmico corporal. Neste animal, observou-se permanência no estado em pé, sem deslocamento, na tentativa de manter homeostase, além de não acompanhar seus pares no cocho de alimentação (Figura 5).

Figura 5 . Imagens termográficas da cabeça (lateral esquerda na altura dos olhos) no comprimento de onda do infravermelho e . Vaca 1, com os membros anteriores em cima do cocho e Vaca 2, com ofegação intensa, boca aberta e salivação.

Essas observações locomotoras (ficar em pé para expor mais área de superfície aos fluxos de ar), fisiológicas (aumento da taxa respiratória ofegante, sudorese, salivação) ou comportamento alimentar (ingestão de ração reduzida) são indicadores de resiliência ao estresse por calor. Todas as mudanças compartilham objetivo principal, o de manter temperatura corporal, diminuindo produção de calor metabólico ou perdendo calor por condução, convecção, radiação e evaporação.

Diante do exposto, pode-se inferir que os comportamentos observados estão associados ao aumento da temperatura corporal face às falhas na aclimatação do ambiente e da resposta individual de animais mais sensíveis ao estresse térmico.

4 I CONCLUSÕES

Concluiu-se que a instalação onde ocorre a ordenha promove resistência à perda de calor corporal pelos altos índices THI e BGHI no ambiente interno do galpão e que medidas mitigadoras devem ser efetuadas para a promoção da zona de conforto térmico para os animais no horário da ordenha.

Os comportamentos observados estão associados ao aumento da temperatura corporal e às falhas na aclimatação do ambiente e da resposta individual de animais mais sensíveis ao estresse térmico.

O uso de imagens térmicas é eficaz como ferramenta na detecção de animais em

estresse térmico.

REFERÊNCIAS

ALSAAOD, M.; BUSCHER, W. Detection of hoof lesions using Digital Infrared Thermography in dairy cows. ***Journal of Dairy Science***, v.95, p. 735-742, 2011.

BERRY, R.J.; KENNEDY, A.D.; SCOTT, S.L.; KYLE, B.L.; SCHAEFER, A.L. Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: potential for mastitis detection. ***Canadian Journal of Animal Science***, v.83, p.687-693, 2003.

BOWERS, S.; GANDY, S.; ANDERSON, B et al, S. Assessment of pregnancy in the late-gestation mare digital infrared thermography. ***Theriogenology***, v. 72, p. 372-377, 2009.

BUFFINGTON, C.S. et al. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. ***Transactions of the ASAE***, v.24, n.3, p.711-714, 1981.

COOK, N.J.; CHURCH, J.S.; SCHAEFER, A.L.; WEBSTER, J.R.; MATTHEWS, L.R.; SUTTIE, J.M. Stress and pain assessment of velvet antler removal from Elk (*Cervus elaphus canadensis*) and Reindeer (*Rangifer tarandus*). ***Online Journal of Veterinary Research***, v.9, p.13–25, 2005.

DASH, S.; CHAKRAVARTY, A.K.; SINGH, A.; UPADHYAY, A.; SINGH, M.; YOUSUF, S. Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: A review. ***Veterinary World***, v.9, p.235-244, 2016.

DIKMEN, S.; HANSEN, P. J. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? ***Journal of Dairy Science***, v.92, p.109-116, 2009.

DOMINO, M.; ROMASZEWSKI, M.; JASIŃSKI, T.; MAŚKO, M. Comparison of the surface thermal patterns of horses and donkeys in infrared thermography images. ***Animals***, v.10, p.2201, 2020.

FLIR, ***Thermography Cameras***. Disponível em: https://www.flir.com/browse/professional-tools/thermography-cameras/. Acesso em 06 de julho de 2020.

GLOSTER, J.; EBERT, K.; GUBBINS, S.; Bashiruddin, J.; Paton, D. J. Normal variation in thermal radiated temperature in cattle: implications for foot-and-mouth disease detection. ***BMC Veterinary Research***, v. 7, n.73, 2011.

GONZALEZ-DUGO, V.; ZARCO-TEJADA, P.J.; NICOLAS, E.; NORTES, P.A.; ALARCÓN, D.S.; FERERES, E. Using high resolution UAV thermal imagery to assess the variability in the water status of five fruit tree species within a commercial orchard. ***Precision Agriculture,*** v.14, n.6, p.660–678, 2013.

HILSBERG-MERZ, S. ***Infrared Termography in Zoo and Wild Animals***. In: FOWLER, M.E.; MILLER, R.E. Zoo and Wild Animal Current Therapy, v. 6, p. 20-33, 2008.

JONES, M.; DENSON, A.; WILLIAMS, E.; GRAVES, K.; DOS SANTOS, A.; KOUBA, A.; WILLARD, S. Assessing pregnancy status using digital infrared thermal imaging in Holstein dairy heifers. ***Journal of Animal Sciences***, v. 83, (Suppl. 1), n. 40, 2005.

JØRGENSEN, G. H. M.; MEJDELL, C. M.; BØE, K. E. Effects of hair coat characteristics on radiant surface temperature in horses. ***Journal of Thermal Biology***, v.87, p.1024-1074, 2020.

MADER, T. L.; DAVIS; M. S.; BROWN-BRANDL, T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. ***Journal Animal Science***, v.84, p.712–719, 2006.

MALDAGUE, X. ***Theory and Practice of Infrared Technology for Nondestructive Testing***. Wiley:New York, NY, USA, 2001.

MEOLA, C. ***Origin and Theory of Infrared Thermography. In: Infrared Thermography: Recent Advances and Future Trends.*** Eds. Meola, C., Ed.; Bentham Science: New York, NY, USA, 2012.

MONTANHOLI, Y.R.; LIM. M.; MACDONALD, A; SMITH, B. A.; GOLDHAWK, C.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.; MILLER, S. P. Technological, environmental and biological factors: Referent variance values for infrared imaging of the bovine. ***Journal of Animal Science and Biotechnology***, v.6, p.1–16, 2015.

MONTANHOLI, Y.R.; ODONGO, N.E.; SWANSON, K.C.; SCHENKEL, F.S.; MCBRIDE, B.W.; MILLER, S.P. Application of infrared thermography as an indicator of heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). ***Journal of Thermal Biology,*** v.33, p.468–75, 2008.

MONTANHOLI, Y.R.; SWANSON, K.C.; SCHENKEL, F.S.; MCBRIDE, B.W.; CALDWELL, T.R.; MILLER, S.P. On determination of residual feed intake and associations of infrared thermography with efficiency and ultrasound traits in beef bulls. ***Livestock Science***, v.125, p.22–30, 2009.

NASR, M.A.F.; EL-TARABANY, M.S. Impact of three THI levels on somatic cell count, milk yield and composition of multiparous Holstein cows in a subtropical region. ***Journal of Thermal Biology***, v.64, p. 73-77, 2017.

PENG, D.; CHEN. S.; LI, G.; CHENG, J.; WANG, J.; GU, X. Infrared thermography measured body surface temperature and its relationship with rectal temperature in dairy cows under different temperature-humidity indexes. ***International Journal of Biometeorology***, v.63, p.327-336, 2019.

RAI, M.; MAITY, T.; YADAV, R.K. Thermal imaging system and its real time applications: a survey. ***Journal of Engineering Technology***, v.6, p. 290-303, 2017.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. ***Livestock Production Science***, v.67, p.1-18, 2000.

SOROKO, M.; HOWELL, K. Infrared thermography: Current applications in equine medicine. ***Journal of Equine Veterinary Science***, 60, 90–96, 2018.

TALUKDER, S.; KERRISK, K.L.; INGENHOFF, L.; THOMSON, P.C.; GARCIA, S.C.; CELI, P. Infrared technology for estrus detection and as a predictor of time of ovulation in dairy cows in a pasture-based system. ***Theriogenology***, v.81, n.7, p. 925–935, 2014.

VELASCO-BOLAÑOS, J.; CEBALLES-SERRANO, C. C.; VELÁSQUEZ-MEJÍA, D.; RIAÑO-ROJAS, J.C.; GIRALDO, C. E.; CARMONA, J.U.; CEBALLOS-MÁRQUEZ, A. Application of udder surface temperature by infrared thermography for diagnosis of subclinical mastitis in Holstein cows located in tropical highlands, ***Journal of Dairy Science***, v. 104, n. 9, p. 10310-10323, 2021.

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO DO MICROCLIMA EM MODELOS EM ESCALA REDUZIDA, DISTORCIDA E SIMILITUDE PARCIAL COM SISTEMA DE ASPERSÃO NA COBERTURA

Data de aceite: 01/04/2022

Jéssica Antonia Cardoso Mendes
Mestre em ciência Animal
UFMA
Maranhão, Brasil
http://lattes.cnpq.br/5603659611947943

Cesário Ângelo de Lima Filho
Zootecnista
UFMA
Maranhão, Brasil
http://lattes.cnpq.br/0124285481025790

Sâmara Stainy Cardoso Sanches da Silva
Zootecnista, Mestres em ciência Animal
UFMA
Maranhão
http://lattes.cnpq.br/6359352971253462

Pedro Pascoal de Sousa Filho
Cientista Agrário, Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão
CEFET
Maranhão, Brasil
http://lattes.cnpq.br/8615912114096294

Celso Yoji Kawabata *(in memorian)*
Professor do departamento de Zootecnia da UFMA e Doutor em Zootecnia - *USP - FZEA*
http://lattes.cnpq.br/6371784280875387

Parte da Pesquisa de iniciação cientifica, financiada pela FAPEMA.

RESUMO: Estruturas agropecuárias economicamente viáveis para o produtor e termicamente confortáveis para o animal devem ser desenvolvidas, levando-se em consideração fatores como: aptidão climática, materiais de construção, além de formas alternativas de construção, pois atualmente mais de 50% do investimento em uma criação intensiva e semi-intensiva estão concentrados na construção de abrigos dos animais. Deste modo, a alta incidência de radiação solar sobre a cobertura das instalações avícolas é um dos principais fatores que causam estresse térmico nos animais e redução do bem estar animal, consequentemente reduzido a produção. Desta maneira, objetivou-se, com o presente trabalho, dimensionar e avaliar um sistema de resfriamento por meio de aspersão da cobertura de modelos reduzidos para criação de frango, com vista ao uso de água de armazenada, no município de Chapadinha (MA), localizada na região Nordeste do Brasil. Durante o dimensionamento do sistema, foi considerado o resfriamento da cobertura das instalações a partir da aspersão de água armazenada e reutilizada. Para avaliação do sistema resfriamento, foram utilizados quatro modelos reduzidos, os quais, dois foram implementados o resfriamento adicional da cobertura com sistema de aspersão e 2 sem sistema de aspersão. Foram quantificados três índices de conforto térmico (índice de temperatura de globo negro e umidade, carga térmica de radiação e entalpia específica do ar). Os resultados indicaram que o resfriamento adicional da cobertura reduziu, significativamente, a temperatura interna da instalação, e a temperatura da cobertura.

PALAVRAS-CHAVE: Ambiência, bem-estar

animal, construções rurais.

MICROCLIMATE EVALUATION IN REDUCED, DISTORTED SCALE MODELS AND PARTIAL SIMILITUDE WITH A SPRAY ROOF SYSTEM

ABSTRACT: Agricultural structures economically viable for the producer and thermally comfortable for the animal must be developed, taking into account factors such as: climatic suitability, construction materials, as well as alternative forms of construction, as currently more than 50% of the investment in a creation intensive and semi-intensive are focused on building animal shelters. Thus, the high incidence of solar radiation on the coverage of poultry facilities is one of the main factors that cause thermal stress in animals and reduced animal welfare, consequently reducing production. Thus, the objective of this work was to design and evaluate a cooling system by means of spraying the coverage of reduced models for raising chicken, with a view to the use of stored water, in the municipality of Chapadinha (MA), located in the Northeast region of Brazil. During the sizing of the system, the cooling of the roof of the installations from the spraying of stored and reused water was considered. To evaluate the cooling system, four reduced models were used, two of which were implemented with additional cooling of the roof with a sprinkler system and 2 without a sprinkler system. Three thermal comfort indices were quantified (black globe temperature and humidity index, radiation thermal load and specific enthalpy of air). The results indicated that the additional cooling of the roof significantly reduced the internal temperature of the installation, and the temperature of the roof.
KEYWORDS: Ambience, animal welfare, rural buildings.

INTRODUÇÃO

Estruturas agropecuárias economicamente viáveis para o produtor e termicamente confortáveis para o animal devem ser desenvolvidas, levando-se em consideração fatores como: aptidão climática, materiais de construção, além de formas alternativas de construção, pois atualmente mais de 50% do investimento em uma criação intensiva e semi-intensiva estão concentrados na construção de abrigos dos animais. Quando se busca uma maior eficiência na exploração animal deve-se levar em consideração a interação animal e ambiente, considerando-se que o conhecimento das variáveis climáticas, suas ações sobre as respostas comportamentais e fisiológicas dos animais, são essenciais nas adequações dos sistemas de produção e ao objetivo da atividade (Mendes, et al. 2020). Um dos pontos cruciais desta interação são as instalações que devem ser construídas com materiais adequados, adaptadas as condições climáticas da região, ao tipo de animal e ao sistema de produção adotado. Visto que, a eficiência na exploração animal pode ser prejudicada por diversos fatores zootécnicos, tais como: elevada mortalidade de animais jovens, crescimento lento das crias, idade tardia ao abate e à primeira cobertura e baixa qualidade da produção. Em conjunto a essa situação, a falta de instalação e condições mínimas de bem estar animal (BEA0 reduzem a produção animal (MENDES, et al. 2020).

Para proporcionar BEA deve-se ter manejo adequado e construções rurais que venham proporcionar conforto térmico aos animais, investindo-se em instalações baseada na funcionalidade, economicidade e durabilidade.

A importância da adequação climática das instalações para a criação de animais reside em sua estreita ligação com a produtividade e a economicidade do empreendimento rural. As crescentes pressões para o aumento da produção no campo, a competitividade dos mercados interno e externo, e a necessidade de conservação dos recursos ambientais apontam para a maior racionalização dos processos produtivos e, consequentemente, das instalações, na medida em que estas podem ser projetadas para oferecer as melhores condições de desenvolvimento da criação (KAWABATA, 2003).

De fato, as instalações devem ser capazes de amenizar as sensações desconforto higrotérmico, acústico e luminoso/visual, que podem perturbar os animais, por meio de uma concepção de projeto que objetive integrar a instalação ao seu ambiente em redor, otimizando seus recursos e atenuando os efeitos de eventuais características adversas à criação, proporcionando aos animais uma proteção contra as intempéries climáticas (GHELFI FILHO et al., 1992; SEVEGNANI et al., 1994) e para que desenvolva todo o seu potencial genético (NÄÄS & SILVA, 1998).

No Brasil, país de clima tropical com temperaturas elevadas de verão e intensa radiação, os materiais a serem utilizados para a confecção das instalações devem permitir bom isolamento térmico para que o ambiente interno dessas instalações seja menos influenciável pela variação climática (ABREU et al., 2001; PADILHA et al., 2001). A seleção do material para cobertura é, portanto, de grande importância para o conforto térmico das instalações (PADILHA et al., 2001).

Apesar do crescimento da avicultura, verifica-se que, em climas tropicais e subtropicais, como ocorre no Brasil, os altos valores de temperatura do ar e umidade relativa, principalmente no verão, geram condições de desconforto térmico quase permanente às aves, dificultando seu desempenho produtivo e constituindo um dos principais problemas que afetam a sua criação. Como estratégia para adequar o ambiente térmico no interior das instalações às exigências de conforto térmico das aves, a climatização é uma saída eficiente. Desse modo, são considerados sistemas de climatização, aqueles que utilizam equipamentos de ventilação, nebulização, painéis de resfriamento adiabático e aspersão de água sobre a cobertura. Proporcionar o conforto térmico no interior dessas instalações avícolas, devido às condições climáticas inadequadas, torna-se um desafio para os profissionais da área de construções rurais, uma vez que situações extremas de calor afetam consideravelmente a produção (NÄÄS et al., 2001).

A alta incidência de radiação solar sobre a cobertura das instalações avícolas é um dos principais causadores do estresse térmico nos aviários. O grande desafio para avicultura no Brasil é o desenvolvimento de tecnologias de baixo custo, que proporcionem às aves condições ambientais favoráveis para que estas possam expressar todo o seu

potencial genético, uma vez que materiais isolantes são relativamente caros.

O sucesso de um empreendimento para a produção animal está relacionado ao ambiente a que estarão submetidos os indivíduos alojados (PEIXOTO, 2004). O ambiente térmico, geralmente, engloba os efeitos da temperatura ambiente, da radiação solar, da umidade relativa do ar e da velocidade do ar, sendo que a combinação da umidade relativa do ar e da temperatura ambiente é o principal condicionante para o conforto térmico e o funcionamento geral dos processos fisiológicos dos animais (OLIVEIRA et al., 1995; FALCO, 1997; BAÊTA; SOUZA, 1997). Percebe-se que esse fato é verdadeiro, especialmente na área da avicultura, em que a dificuldade apresentada pelas aves na troca térmica com o ambiente é fortemente afetada pelas instalações, que quando não promovem o equilíbrio térmico desejável, fazem com que as amplitudes críticas externas sejam imediatamente transferidas para o interior dos galpões, provocando altos índices de mortalidade (NÃÃS et al., 1995) e piora nos índices de produtividade.

Sendo assim, objetivou-se com este estudo obter resultados sobre o microclima de instalações em modelos reduzidos com escala reduzida, distorcida e similitude parcial com um sistema de aspersão sobre a cobertura.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Estresse térmico e condições climáticas

O estresse térmico dos animais, nos períodos mais quentes do ano, pode ser reduzido consideravelmente protegendo o animal da radiação solar direta. De acordo com BAÊTA & SOUZA (1997), isso pode ser conseguido, utilizando-se uma cobertura com grande capacidade de refletir a radiação solar, com considerável capacidade de isolamento térmico e capacidade de retardo térmico em torno de 12 horas. Com essas características, a pequena quantidade de radiação solar absorvida pela telha terá dificuldade de atravessar o material e, ao fazê-lo, atingirá seu interior com defasagem em torno de 12 horas, aquecendo o ambiente interior quando a temperatura deste estiver mais baixa.

O processo de liberação de calor em que ocorrem as trocas de energia na forma de calor, entre o animal e o ambiente externo, pode ser de forma sensível ou latente. O calor sensível ou não evaporativo é o calor liberado pelos animais, por meio da condução, da convecção e da radiação. Essas trocas dependem de um diferencial de temperatura entre a superfície corporal dos animais e da temperatura ambiente (TEIXEIRA, 2004). A perda de calor latente ou evaporativo é aquela que se produz por meio da evaporação da umidade, não depende do diferencial de temperatura entre o organismo e o ar, e sim depende somente de um gradiente de umidade (TEIXEIRA, 2004). O perfil das trocas de calor foi traçado e observou-se que, sob condição de conforto, os animais apresentam até 80% das trocas por meios sensíveis e que, em condição de estresse, esses valores chegaram a valores de até 84%, referentes às trocas latentes (BARBOSA et al., 2005).

Parâmetros fisiológicos

O ambiente pode provocar alterações nas variáveis fisiológicas, sendo a temperatura retal e a frequência respiratória indicadores diretos do equilíbrio térmico corporal. Segundo Phillips (1985) e Silanikove (2000), a temperatura corporal pode ser uma medida mais segura para indicar a tolerância do animal às condições adversas do clima. Para identificar o conforto do animal em seu ambiente são observados parâmetros fisiológicos tais como: frequência respiratória (FR) é usada frequentemente como parâmetro para medir o estresse calórico, mas se uma FR alta for observada e o animal for eficiente em eliminar calor, poderá não ocorrer o estresse calórico MCDOWELL, (1974); temperatura retal (TR) segundo BACCARI *et. al.,* (1996).

Parâmetros ambientais

O ambiente térmico é constituído por variáveis ambientais tais como temperatura, umidade relativa, ventilação e radiação, as quais afetam, direta ou indiretamente, o desenvolvimento e o crescimento dos animais (BAÊTA & SOUZA, 1997). Essas variáveis ambientais são utilizadas como variáveis de entrada para a determinação de índices de conforto térmico, o que auxilia na avaliação do ambiente, pois a zona de conforto térmico compreende temperaturas efetivas, em que a taxa metabólica do animal é mínima, a homeotermia é mantida com menor gasto energético devido ao mínimo esforço dos mecanismos termorreguladores e, consequentemente, o desempenho produtivo é ótimo (BAÊTA & SOUZA, 1997).

Sistema adiabatico

A produção pecuária dá-se em uma variedade de ambientes, sendo que alguns podem apresentar consideráveis desafios térmicos ao desempenho produtivo animal e, em casos extremos, à sobrevivência desses animais. O estresse por calor, por exemplo, resultante de altas temperaturas e umidades relativas, pode ser prejudicial ou até mesmo fatal para os animais em sistemas de produção pecuária. Assim, faz-se importante a implantação de sistemas de controle do ambiente térmico (climatização) em instalações pecuárias, a fim de promover a saúde e o bem-estar físico e mental dos animais nelas alojados.

Desse modo, diversos estudos foram conduzidos com o objetivo de se avaliar os benefícios proporcionados por sistemas de climatização em instalações avícolas, visando o entendimento do problema e a busca por soluções em condições de campo (SIMMONS; LOTT, 1996; PERDOMO, 1998; SARTOR, et al 2001, TINÔCO et al., 2002; ABREU et al., 2007; FERREIRA JUNIOR et al., 2009; SEO et al., 2009). No entanto, a aspersão de água sobre a cobertura tem sido utilizada somente nos últimos anos, como forma de se obter, eficientemente, a redução do impacto do estresse térmico no interior das instalações.

Esta técnica implica em baixos custos no desenvolvimento e adaptação de projetos de climatização já implementados, permitindo também estudar aspectos no desempenho produtivo e respostas fisiológicas das aves alojadas.

Teoria da similitude

A teoria da similitude tem como objetivo estabelecer as relações existentes entre as variáveis envolvidas em um fenômeno, que são necessárias para entender o comportamento de um protótipo a partir de observações realizadas em um modelo. Dessa forma, a teoria da similitude foi desenvolvida pela análise dimensional, em que o original e o modelo apresentam as mesmas qualidades físicas básicas, além de características funcionais e estruturais, diferindo na sua forma. Esses modelos apresentam uma relação constante entre si, ou seja, apresentam uma constante de similitude entre eles (KÖLTZSCH & WALDEN, 1990).

Segundo os mesmos autores, as constantes de similitude podem ser definidas para as grandezas físicas básicas (comprimento, massa, tempo e temperatura), e, através da combinação destas constantes, podem-se obter produtos adimensionais de grandezas físicas (termos π), como por exemplo, os números de Reynolds, Grashof, Prandt e Mach. Assim, quanto mais exata for a reprodução geométrica e termofísica dos materiais do protótipo, maior será a similitude de comportamento entre eles.

O desenvolvimento da teoria da similitude ocorreu a partir da metade do século XIX, quando teve início a utilização de modelos em escala devido à necessidade de compreensão dos fenômenos físicos envolvidos em novas tecnologias geradas na indústria aeronáutica e naval (JENTZSCH, 2002).

A teoria dos modelos reduzidos em escala reduzida foi proposta por Murphy (1950), que classificou os modelos em três tipos: modelos adequados (são aqueles que permitem uma predição acurada de apenas uma característica), modelos dissimilares (são aqueles em que não existe semelhança entre o original e o modelo, mas que têm em comum, apenas características funcionais e estruturais) e modelos distorcidos (são aqueles em que alguns critérios do projeto são alterados, tornando necessária a correção da equação de predição. Nesse utiliza-se mais de uma escala, normalmente uma escala para as dimensões horizontais e outra para as verticais).

Muitas vezes também não é possível a reprodução exata de todos os detalhes geométricos e das propriedades físicas do modelo, principalmente quando estão sendo utilizadas escalas muito pequenas, assim é necessário trabalhar a <u>similitude parcial</u> (CARNEIRO, 1993). A utilização de modelos reduzidos no desenvolvimento de pesquisas com materiais para instalações zootécnicas pode contribuir significativamente para a redução do custo da pesquisa e permite ainda fazer diferentes testes através de alterações no modelo. Diversos autores têm empregado a técnica de modelos reduzidos para

reproduzir e avaliar condições arquitetônicas e ambientais em instalações zootécnicas (SONODA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2009; FIORELLI et al., 2009; CRAVO et al., 2009; CONCEIÇÃO et al., 2008).

Moraes et al (1999), realizaram um experimento com modelos reduzidos de galpões avícolas, usando-se telhas de cimento-amianto como testemunha e associações de forro de polietileno, aspersão de água sobre a cobertura, dupla lâmina reflexiva de alumínio sob a cobertura, pintura branca na face superior da telha, poliuretano na face superior da cobertura, poliuretano na face inferior, com o objetivo de se estudar o conforto térmico no interior dos modelos, através do Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) e da Carga Térmica de Radiação (CTR). Os autores concluíram que todos os tratamentos possibilitaram redução nos valores de ITGU, sendo o mais eficiente a aspersão, seguido do forro de polietileno.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em área experimental de aproximadamente 100 m^2, localizada no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, no município de Chapadinha/MA.

Na área experimental foram utilizados 04 modelos em escala reduzida e distorcida atendendo à modelagem proposta segundo a teoria da similitude parcial, estabelecendo, assim, relações que permitam simulações do estudo.

Os modelos reduzidos e distorcidos reproduziam instalações zootécnicas, estes foram construídos na direção leste-oeste nas escalas de 1:10 nas dimensões horizontais e 1:2 nas dimensões verticais, com medidas de 4,20 m de comprimento por 2,2 m de largura e altura em similitude parcial com 2,0 m de pé-direito.
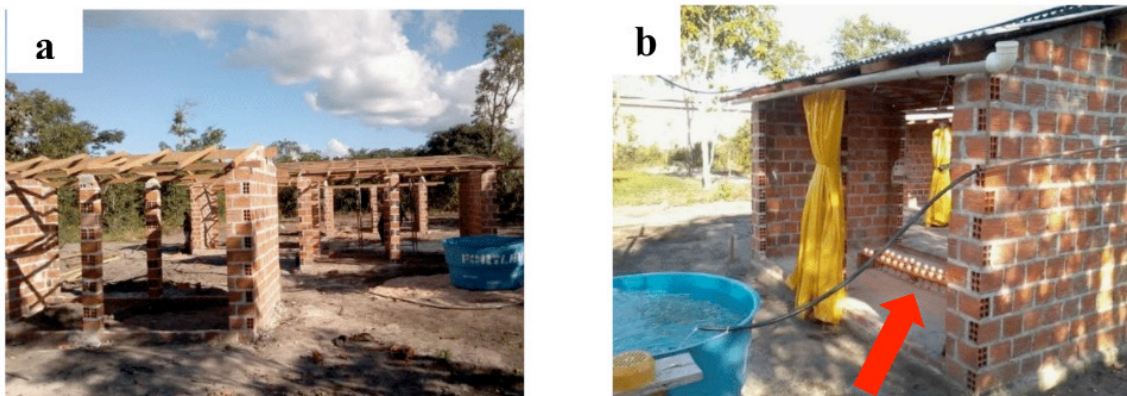
Figura 01. Construção das instalações de modelo reduzido (a) e visão das lâmpadas que simularam o calor dos frangos (b).

A estrutura dos modelos era formada por alvenaria de tijolos sem paredes laterais (fechamento com tela de arame), piso de concreto. A área circundante é constituída de uma área coberta com grama. A cobertura dos modelos reduzidos é de duas águas, com beirais de aproximadamente 0,40m, sendo formada por telha de fibrocimento.

As variáveis climáticas (temperatura e umidade relativa do ar) foram registradas diariamente no período de 8 horas às 17 h, em intervalos de 15 minutos. Para o registro dessas variáveis foram utilizados termohigrômetros com registro automático de dados, tipo datalogger. Os dataloggers foram colocados no interior e instalados no centro geométrico dos modelos.

Figura 02. Visão dos galpões (construídos em escala reduzida) no período noturno com cortinas fechadas.

A temperatura de globo negro e a velocidade do vento foram coletadas às 8, 11, 14 e 17 h diariamente, durante a realização do experimento. A variável velocidade do vento foi registrada por um anemômetro digital de leitura direta, e a variável temperatura de globo negro foi registrada através de um termômetro de globo negro digital portátil.

Para avaliação da eficiência térmica da cobertura, calculou-se a partir das variáveis climáticas registradas, o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), Carga Térmica Radiante (CTR) e entalpia específica (h) por meio das seguintes equações:

a) O ITGU, proposta por Buffington et al. (1981) apresentado na equação ITGU = Tgn + 0,36Tpo + 41,5

onde: Tgn: temperatura de termômetro de globo negro (ºC) e Tpo: temperatura de ponto de orvalho (ºC)

b) A CTR proposta por Esmay (1979), apresentada na equação X: $CTR = t.(TMR^4)$

onde: t: constante de Stefan-Boltzman ($5{,}67x10^{-8}$ $W.m^{-2}.K^{-4}$) e TMR: temperatura média radiante (K)

c) Entalpia específica (h, kJ/kg ar seco), proposto por Rodrigues et al. (2010), apre-

sentada na equação X:

$$h = 1,006t+UR/pB.10^{(7,5\text{-}t/237,3+t)}.(71,28+0,052.t)$$

onde: t: temperatura ambiental (ºC), UR: umidade relativa (%) e pB: pressão barométrica (mmHg).

Foi desenvolvido um sistema de resfriamento no telhado das instalações, composto de telhas de fibrocimento comercial e uma rede de micro-aspersores com função de irrigação intermitente do telhado. O uso dos micro-aspersores visava minimizar o consumo de água, enquanto a intermitência da aspersão visa permitir que as trocas térmicas entre a água e a telha sejam preferencialmente evaporativas e não por condução ou convecção. A água era reutilizada constantemente, e armazenada em caixa d'água de 500 L.

Figura 03. Visão lateral do sistema de reaproveitamento da água.

As telhas utilizadas neste experimento foram de fibrocimento, compostas por materiais cimentícios reforçados com fibras sintéticas agregadas à celulose e ao cimento. Estas telhas tinham forma ondulada com seis mm de espessura e sua superfície externa foi pintada com tinta de cor branco neve.

Neste experimento optou-se pela não utilização de animais, devido ao objetivo geral do experimento tratar apenas do microclima gerado com a alteração do sistema de resfriamento da cobertura. Dessa forma, a simulação do calor liberado por aves foi realizada por meio de 10 lâmpadas de 100 W. De acordo com Hellickson e Walker (1983), uma ave de 2,1 kg emite 20 W de energia, então para a área de 4,32 m², considerando 12 aves/m², tem-se 1036 W em cada modelo reduzido.

Além das variáveis climáticas, foram registradas diariamente as variações de TºC, na parte interna e externa do telhado, visando à identificação da variação espacial da temperatura do ambiente. A aquisição desses dados foi realizada manualmente, por meio de termômetro de infravermelho, posicionado sobre o material a 0,20 m de distância. Os registros foram realizados em 04 períodos do dia, às 8, 11, 14 e 17 h em 35 locais, sendo 15 em cada água e cinco na cumeeira, conforme ilustrado na Figura 04.
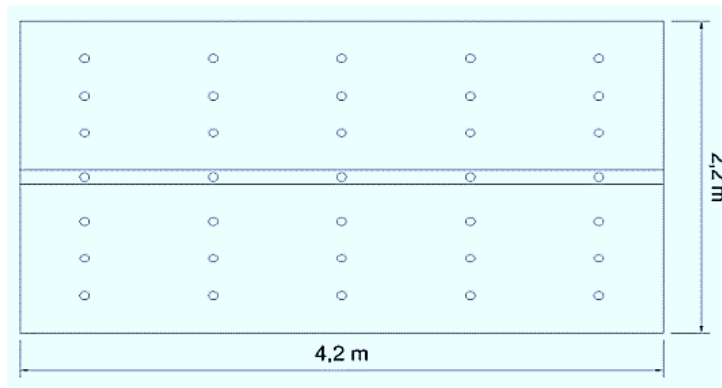
Figura 04. Representação da distribuição dos locais de amostragem no telhado.

RESULTADO E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o perfil da temperatura superficial (ºC) das coberturas das instalações (telhas de fibrocimento) sendo apresentado por meio de uma análise descritiva, na qual foram analisados os valores médios de temperatura dos locais de amostragem de cada ponto, em todos os horários avaliados.

A descrição dos valores médios dos dados climáticos registrados durante o período experimental (dias consecutivos), apresentaram diferenças significativas para todos os horários em estudo. Nos horários mais quentes do dia (11 e 14 h), os modelos mais confortáveis termicamente foram o com sistema de aspersão no telhado, que apresentaram os menores valores de carga térmica de radiação.

Segundo Kunz et al., (2003) a temperatura da cobertura das instalações seja ela de telhas de cerâmica ou fibrocimento amianto, é reduzida significativamente usando-se a pintura da parte externa da cobertura na cor branca e na face inferior, na cor preta. E como podemos observar a pintura da parte externa do telhado de fibrocimento amianto de cor branca, reduziu a temperatura, porém a temperatura em todos os horários manteve-se acima de 30º C.

	Horários				
Cobertura	08:00	11:00	14:00	17:00	Cv (%)
Com Aspersão	29,27Db	34,75Cb	37,88Ab	35,52Bb	3,30
Sem Aspersão	30,73Ca	36,59Ba	39,78Aa	36,29Ba	

Tabela 01. Média da Temperatura superficial (ºC) da Cobertura das Instalações.

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Na Tabela 02, verifica-se que os maiores valores de temperatura, em todos os

horários observados (08h00min até 17 h00min), ocorreram para os tratamentos que não receberam o sistema de aspersão na cobertura, favorecendo a transferência de calor, sendo o horário das 14h00min o de maior temperatura ambiente, 39,22°C.

Os menores valores de temperatura ocorreram para os tratamentos que receberam sistema de aspersão, o que pode ser atribuído ao fato de que a aspersão além de dificultar a transferência de calor oriundo da radiação solar direta pela cobertura em direção ao interior do abrigo, também constitui barreira física que dificulta a transferência de calor, nos dois sentidos e, consequentemente, proporciona temperaturas mais amenas, em comparação a cobertura de fibrocimento amianto pintada de branco (área externa).

Na tabela 02, podemos observar que em todos os horários em ambos os tratamentos, a temperatura ambiente manteve-se superior a temperatura ideal para aves de corte. De acordo com Campos (1995) e Baêta & Souza (1997), a faixa de temperatura ideal para frangos de corte situa-se, respectivamente, entre 18 e 26ºC e 18 e 28ºC. Em ambiente de temperatura acima de 27ºC, segundo diferentes trabalhos (Hurwitz et al., 1980; Leeson & Summers, 1991; Yumianto et al., 1997), as aves aumentam sua produção de calor e a exigência de energia necessária para manter os mecanismos de resfriamento corporal, evidenciando a ocorrência de estresse por calor.

A atenção maior a temperatura interna das instalações deve-se ao fato da temperatura ambiente ser o fator com maior influência na conversão alimentar em frangos de corte. Visto que, as aves são homeotérmicas e dependem do ambiente para manter a temperatura corporal (TC) e sobreviverem. Em ambiente frio, as aves têm que consumir mais ração para obter as calorias necessárias da ração para manutenção de sua TC. Essas calorias utilizadas para manutenção não são convertidas em carne. Em ambiente quente, elas diminuem o consumo e perdem energia para a manutenção da TC. Dentro de uma temperatura ótima, os nutrientes da ração são utilizados muito mais para o crescimento do que para a regulação térmica. Já em altas temperaturas, os frangos de corte reduzem o consomo de ração e perdem eficiência na conversão alimentar (CA).

Os mecanismos biológicos de resfriamento que as aves usam em altas temperaturas necessitam de muita energia e não são eficientes. Além disso, quando as aves consomem alimentos balanceados, sua TC aumenta devido aos processos metabólicos que ocorrem durante a digestão. Por essa razão o consumo é baixo nas horas mais quentes do dia e recomendamos fornecer todas as condições possíveis para as aves se alimentarem nos horários mais frescos, como: início do dia e da noite. Esses manejos, em conjunto com bons equipamentos para ambiência, ajudam a melhorar a CA e diminuir a taxa de mortalidade.

Cobertura	Horários				
	08:00	11:00	14:00	17:00	Cv (%)
Com Aspersão	28,11Db	33,42Cb	37,17Ab	34,51Bb	2,21
Sem Aspersão	29,97Ca	36,09Ba	39,22Aa	35,86Ba	

Tabela 02. Médias da temperatura interna das instalações em ºC.

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Na Tabela 03, são apresentados os valores médios de ITGU correspondentes ao período registrados, onde se observa que, no modelo reduzido sem aspersão (SA), no período da 08h00min as 17h00min, apresentou valor máximo do ITGU em torno de 78,65 e no modelo reduzido com aspersão (CA), apresentou menores valores de ITGU, ficando em torno de 76,69. Nos horários das 11h00min às 15h00min, foi o período em que apresentou maiores valores de ITGU por ter maior incidência da radiação solar. A partir deste horário, os valores do ITGU diminuíram gradativamente em ambos os tratamentos. No período de 08h00min não ocorreu diferença entre os modelos (SA) e (CA). Após este horário, a diferença do ITGU começou a sofrer alteração devido à presença da carga térmica radiante. No período das 08h00min ás 17h00min, o uso do sistema de aspersão no modelo reduzido, proporciona uma diminuição nos valores do ITGU.

Cobertura	**ITGU**				
	08:00	11:00	14:00	17:00	Cv (%)
Com Aspersão	68,00Aa	76,12Ba	76,69Da	73,55Ca	19,53
Sem Aspersão	68,11Ab	78,11Ba	78,65Db	74,99Ca	

Tabela 03. Média de Temperatura de Globo Negro e Umidade – ITGU.

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

O ITGU é o índice de conforto térmico mais comumente utilizado. Buffington et al. (1977) afirmaram que este é o índice mais preciso para se medir o conforto térmico para animais, pois tal medida engloba os efeitos da temperatura de bulbo seco, da velocidade do ar, da umidade e da radiação. Segundo Baêta (1987), valores acima de 84 representam emergência.

Em todos os horários, as instalações com o sistema de aspersão mantiveram o ITGU dentro da zona de limite crítico. De acordo com Teixeira (1983), com base em consumo de ração e desempenho, o valor de ITGU de 76 pode ser considerado o limite crítico superior para a criação de frangos após os 21 dias de idade. Portanto, os valores de ITGU, obtidos

no presente trabalho (Tabela 03), revelaram condições ambientais considerada perigosa, segundo Baêta (1987).

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que as instalações de modelos em escala reduzida, distorcida e similitude parcial, com o sistema de aspersão sobre o telhado pintados de cor branca, tem bom desempenho em regiões de clima quente e seco, com redução média de 2,5ºC, favorecendo para o ambiente, redução de temperatura e menor estresse térmico.

O horário do dia em que ocorreu maior carga térmica incidindo sobre a cobertura foi o de 14h00min.

REFERÊNCIAS

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N.; COSTA, O.A.D. Avaliação de coberturas de cabanas de maternidade em sistema intensivo de suínos criados ao ar livre (Siscal) no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1728-1734, 2001.

ABREU, P. G.et al. Condições térmicas ambientais e desempenho de aves criadas em aviários com e sem o uso de forro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte**, v.59 n.4, p.1014-1020, 2007.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações Rurais: conforto térmico animal**. Viçosa: UFV, 1997. 246 p.

BARBOSA FILHO, J. A. D.; SILVA, I. J. O.; SILVA, M. A. N.; COELHO, A. A. D. Egg quality in layers housed in different production systems and submitted to two environmental conditions. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 8, n.1, p. 23-28, 2005.

CARNEIRO, F.L. **Análise dimensional e teoria da semelhança e dos modelos físicos.** Rio de Janeiro, Editora UFRJ. 1993. 256p.

CRAVO, J.C.M.; FIORELLI, J.; ROCCO LAHR, F.A.; FONSECA, R.; CRUZ, V.C. Evaluation of recycled tiles and OSB ceiling materials in closed broiler house prototypes. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v.11, p.221-226, 2009.

CONCEIÇÃO, M.N.; ALVES, S.P.; TELATIN JUNIOR, A.; SILVA, I.J.O.; PIEDADE, S.M.S.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; TONOLI. G. Desempenho de telhas de escória de alto forno e fibras vegetais em protótipos de galpões. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.5, p.536-539, 2008.

FALCO, J. E. **Bioclimatologia Animal**. Lavras: UFLA, 1997. 57 p.

FERREIRA JUNIOR, L. G.et al. Ambiente térmico no interior de modelos físicos de galpões avícolas equipados com câmaras de ventilação natural e artificial. **Engenharia na Agricultura**, v.17, p. 166-178, 2009.

FIORELLI, J.; MORCELI, J.A.B.; VAZ, R.I.; DIAS, A.A. Avaliação da eficiência térmica da telha reciclada à base de embalagens longa vida. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.13, n.2, p.204-209, 2009.

GHELFI FILHO, H.; SILVA, I.J.O.; MOURA, D.J.; CONSIGLIERO, F.R. Índices de conforto térmico e da CTR para diferentes materiais de cobertura em três estações do ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20., Londrina, 1991. **Anais...** Londrina: SBEA, 1992. P.94-110.

HURWITZ, S.; WEISELBERG, M.; EISNER, V. et al. The energy requirements and performance of growing chickens and turkeys as affected by environmental temperature. **Poultry Science**, v.59, p.2290-2299, 1980.

JENTZSCH, R. **Estudo de modelos reduzidos destinados à predição de parâmetros térmicos ambientais em instalações agrícolas**. 2002. 103p. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambiência) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

KAWABATA, C.Y. **Desempenho térmico de diferentes tipos de telhado em bezerreiros individuais.** Pirassununga 2003. 94p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

KÖLTZSCH, P.; WALDEN, F. Ähnlichkeitstheorie **und modelltechnik**. Freiberg: TU Bergakademie Freiberg, 1990. Heft 1.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. Guelp, Ontário: University Books, 1991. 335p.

MENDES, J. A.C.; SOUSA, T. V. R.; KAWABAT, C. Y. **Bem-estar animal nos parques de exposições para caprinos e ovinos no estado do Maranhão.** 2 ª edição, Paraná: Atena Editora, 2021. 246 p.

MURPHY, G.C.E. **Similitude in engineering**. New York: Ronald Press, 1950. 302p.

NÃÃS, I. A.; MOURA, D. J.; LAGANÁ, C. A. A amplitude térmica e seu reflexo na produtividade de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995. **Anais**... Campinas, Facta, P. 203-204.

NÄÄS, I.A.; SILVA, I.J.O. Técnicas modernas para melhorar a produtividade dos suínos através do controle ambiental. In: **Ingeniería Rural y Mecanización Agrária en el** Ámbito **Latinoamericano**. Balbuena, 1998, p.464-472.

OLIVEIRA, T.M.M.; WILD, M.B.; CHAMBÓ, A.P.S.; KLOSOWSKIS, E.S.; SANGALI, C.P.; NAVARINI, F.C. **Avaliação da eficiência de diferentes tipos de telhados cerâmicos por meio da carga térmica radiante.** In: ZOOTEC, 2009, Águas de Lindóia, SP.

OLIVEIRA, P. A. V. Efeito do tipo de telha sobre o acondicionamento ambiental e o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995. **Anais**... Campinas, Facta. p. 297- 298.

PADILHA, J. A. S.; TOLÊDO FILHO, R. D.; LIMA, LIMA, P. R. L.; JOSEPH, K.; LEAL, A. F. **Argamassa leve reforçada com polpa de sisal: compósito de baixa condutividade térmica para uso em edificações rurais**. Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 21, n.1. p. 1-11, 2001.

PHILIPS, B.W. **La cria de ganado em ambientes desfavorables**. Roma, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1985. Statistical Analysis System. 6 ed. Cary, NC: SAS Institute Inc., USA, 1985, 429p.

PEIXOTO, R. A. F. **Desenvolvimento de placas de concreto leve de argila expandida aplicadas a coberturas de instalações para produção animal**. 2004. 157p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

PERDOMO, C. C. Mecanismos de aclimatação de frangos de corte como forma de reduzir a mortalidade no inverno e verão. In: Simpósio Internacional, sobre Instalações e Ambiência, 1988, São Paulo. **Anais**...,São Paulo: FACTA, 1998. p.229-239.

SARTOR;V.et al. Sistemas de resfriamento evaporativo e o desempenho de frangos de corte. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p.17-20, jan./mar. 2001.

SEO, I. H.et al. Improvement of the ventilation system of a naturally ventilated broiler house in the cold season using computational simulations. **Biosystems Engineering**, v.104, n.1, p.106-117, 2009.

SEVEGNANI, K.B.; GHELFI FILHO, H.; SILVA, I.J.O. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Scientia Agricola**, v.51, n.1, p.1-7, 1994.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensilvely managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, p.1-18, 2000.

SIMMONS, J. D.; LOTT, B. D. **Evaporative cooling performance resulting from changes in water temperature.** Applied Engineering in Agriculture, v. 12, n. 4, p. 497-500, 1996.

SONODA, L.T.; MOURA, D.J.; CARVALHO, T.; CARVALHO, T.M.R.; BUENO, L.G.F.; MASSARI, J.M. **Uso da termografia na avaliação da eficiência térmica de telhas de PVC e fibrocimento.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRICOLA, 2010, Vitória. Anais... Vitória, 2010. p.1-4.

TEIXEIRA, V. H. **Estudo dos índices de conforto em duas instalações de frango de corte para as regiões de Viçosa e Visconde do Rio Branco**, MG. 1983. 59p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1983.

TINÔCO, I. F. F.et al. Avaliação de materiais alternativos utilizados na confecção de placas porosas para sistemas de resfriamento adiabático evaporativo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.1, p.147-150, 2002.

YUNIANTO, V.; HAYASHI, K.; KANEDA, S. et al. Effect of environmental temperature on muscle protein turnover and heat production in tube-fed broiler chicken. **British Journal of Nutrition**, v.77, p.897-909, 1997.

CAPÍTULO 4

EFECTO DE LA ARCILLA CHACKO EN LA ALIMENTACIÓN COMO LIGANTE DE TOXINAS EN LA CARNE DE POLLO EN CONDICIONES SEMITROPICALES

Data de aceite: 01/04/2022
Data de submissão: 26/02/2022

Rene Eduardo Huanca Frías
Universidad Nacional Amazónica Madre de Dios
Madre de Dios- Perú
https://orcid.org/0000-0001-5157-2947

José Oscar Huanca Frías
Universidad Nacional de Juliaca
Juliaca - Perú
https://orcid.org/0000-0003-0638-2129

Ingrid Liz Quispe Ticona
Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez
Juliaca, Perú
https://orcid.org/0000-0002-7619-9592

Enrique Gualberto Parillo Sosa
Universidad Nacional de Juliaca
Juliaca- Perú
https://orcid.org/0000-0003-0198-987X

José Luis Morales Rocha
Universidad Nacional de Moquegua
Moquegua, Perú
https://orcid.org/0000-0001-5080-1701

Juana Tecla Alejo Flores
Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez
Juliaca, Perú
https://orcid.org/ 0000-0003-3383-6624

Eloy Paucar Huanca
Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez
Juliaca, Perú
https://orcid.org/ 0000-0003-3824-8725

Solime Olga Carrión Fredes
Universidad Nacional de Moquegua
Moquegua, Perú
https://orcid.org/0000-0002-0826-3011

RESUMEN: Objetivo: Determinar el efecto de la arcilla chacko con 0.5%, 1% y 2% como alimento en la disminución de toxinas en la carne de pollo en condiciones semitropicales. Metodología: La investigación fue experimental, aplicado y explicativo con el método científico deductivo - inductivo, porque a través de la adición de arcilla chacko se observó, determinó, analizó e interpretó los niveles adecuados de adición para disminuir el nivel de toxinas en la carne de pollo en condiciones semitropicales. Resultados: Con respecto a los niveles de aflatoxina B1 para el grupo control se obtuvo un promedio de 4.90 ppb, seguido del grupo con adición de chacko de 0.5% en donde se obtuvo el promedio de 3.20 ppb, además con el chacko 1% se tuvo el promedio de 1.80 ppb y finalmente con chacko 2% se obtuvo el promedio de 0.50 ppb. Referente al nivel de ocratoxina A se observó que con el grupo control se obtuvo un promedio de 1.20 ppb, seguido del grupo con adición de chacko de 0.5% en donde se obtuvo el promedio de 0.06 ppb, además con el chacko 1% y 2% se tuvo el promedio de 0.00 ppb. En relación al nivel de micotoxinas se observa que con el grupo control obtuvo un promedio de 6.10 ppb, seguido del grupo con adición de chacko de 0.5% en donde se obtuvo el promedio de 3.26 ppb, además con el chacko 1% se tuvo el promedio de 1.80 ppb y finalmente con chacko 2% se obtuvo el promedio

de 0.50 ppb. Conclusiones: Con la adición de la arcilla chacko como alimento con 0.5%, 1% y 2% existen diferencias significativas y efectos positivos en la disminución del nivel de micotoxinas en la carne de pollo en condiciones semitropicales.
PALABRAS CLAVE: Arcilla chacko, ligante de toxinas, carne de pollo.

EFFECT OF CHACKO CLAY ON FEED AS A TOXIN BINDER IN CHICKEN MEAT UNDER SEMITROPICAL CONDITIONS

ABSTRACT: Objective: To determine the effect of chacko clay with 0.5%, 1% and 2% as food in the reduction of toxins in chicken meat in semi-tropical conditions. Methodology: The research was experimental, applied and explanatory with the deductive - inductive scientific method, because through the addition of chacko clay, adequate levels of addition were observed, determined, analyzed and interpreted to decrease the level of toxins in the meat of chicken in semi-tropical conditions. Results: With respect to aflatoxin B1 levels for the control group, an average of 4.90 ppb was obtained, followed by the group with the addition of 0.5% chacko where the average of 3.20 ppb was obtained, in addition to the 1% chacko the average of 1.80 ppb and finally with 2% chacko the average of 0.50 ppb was obtained. Regarding the level of ochratoxin A it was observed that with the control group an average of 1.20 ppb was obtained, followed by the group with the addition of 0.5% chacko where the average of 0.06 ppb was obtained, in addition to the 1% and 2 chacko % had the average of 0.00 ppb. In relation to the level of mycotoxins, it is observed that with the control group it obtained an average of 6.10 ppb, followed by the group with the addition of 0.5% chacko where the average of 3.26 ppb was obtained, in addition to the 1% chacko the average was obtained of 1.80 ppb and finally with 2% chacko the average of 0.50 ppb was obtained. Conclusions: With the addition of chacko clay as food with 0.5%, 1% and 2% there are significant differences and positive effects in the reduction of the level of mycotoxins in chicken meat in semi-tropical conditions.
KEYWORDS: Chacko clay, toxin binder, chicken meat.

INTRODUCCIÓN

El consumo de carne de pollo en el Perú se incrementa cada vez por los consumidores por sus características nutritivas, de fácil preparación, y de un costo bajo, existiendo un crecimiento ininterrumpido para la producción de pollos de carne, sin embargo la carne de pollo con toxinas afectan la salud humana, toxinas que provienen del desarrollo de los hongos que se encuentran en los alimentos (micotoxinas) provenientes de los alimentos principalmente agrícolas como son el maíz y la soya, sin embargo es necesario producir una carne con menor contenido de toxinas en la carne de pollo para ser un alimento más saludable y no traiga consecuencias como son las enfermedades cancerígenas, razón por la que se debe suministrar ligantes de toxina en la alimentación de pollos para neutralizar y prevenir la existencia de toxinas en la carne de pollo como son las arcillas o aluminosilicatos.

Las arcillas comerciales existentes en el mercado son de alto costo, es por este motivo que las empresas avícolas no aplican este insumo en la alimentación de pollos de

carne, puesto que el mercado nacional no tiene conocimiento de las toxinas en la carne de pollo y las consecuencias que podría traer a la humanidad, ya que en la actualidad en el mercado solo ven la presentación del producto mas no la calidad del producto.

Dentro de los alimentos de origen animal con más toxinas se encuentra la carne de pollo, huevos, carne de cerdo, lácteos (leche y queso), según la organización mundial de la salud (OMS) son compuestos químicos y cancerígenos que son absorbidos por el cuerpo. Por lo que si se está consumiendo todo el tiempo estos alimentos se van almacenando estas toxinas por años, lo que representa problemas en la salud pública hasta causar la muerte por cáncer en humanos (GIMENO, 2004).

Las micotoxinas de mayor riesgo para los humanos con la ingesta de tejidos comestibles de origen avícola en la carne de pollo se considera la aflatoxina B1 y la ocratoxina A ((OMS), 2004).

La aflatoxina B1 es el más potente carcinógeno ocasionando el cáncer en los humanos, siendo de interés para permitir delimitar políticas de salud pública y evitar efectos de alta toxicidad crónica y carcinogenecidad (PEDRO, 2012).

Los alimentos de origen agrícola en su proceso de producción, cosecha y almacenamiento pueden ser afectados por hongos bajo condiciones sub optimas que producen micotoxinas que son metabolitos tóxicos que afectan la salud. Dentro de las micotoxinas, las ocratoxinas conforman el segundo grupo de micotoxinas más peligrosas después de las aflatoxinas. Donde la ocratoxina A, causa problemas contraproducentes en la salud de los animales y humanos, siendo de alto interés por causar especialmente efectos nefrotóxicos (MEDINA, 2009).

Los hongos que se encuentran y contaminan los alimentos de origen vegetal se deben al mal manejo durante la cosecha de granos y sobre todo en el almacenamiento. La contaminación por hongos en los alimentos se debe a las condiciones ambientales favorables para producir metabolitos secundarios denominados micotoxinas, y al ser ingeridas por los animales en el alimento contaminado, afectan los órganos y sistemas ocasionando la muerte en los animales y el hombre (GIMENO M. , 2004).

Las arcillas proporcionan mejor resistencia a la agresión tóxica, teniendo importancia en la actualidad en la utilización como ligante en la producción de alimentos para la alimentación animal (SUAREZ, 2018). Los aluminosilicatos tienen la capacidad de fijar en su superficie a las micotoxinas y ser excretado conjuntamente con las heces, evitándose que las micotoxinas sean absorbidas por el organismo y cause un efecto toxico (LARA, 2002). Las bentonitas actúan como retentor de toxinas, absorbiendo toxinas y no dejando absorber por el sistema digestivo (GARCIA & SUAREZ, 2008).

Las arcillas se utilizan a menudo en la alimentación animal en los niveles de 0,3 a 0,5% de la ración por su capacidad secuestrante de toxinas, disminuyendo los efectos dañinos de las toxinas (CASTING, 1998). Uno de los usos más frecuentes de las arcillas se relaciona con su capacidad para adsorber ciertas micotoxinas (PHILLIPS, 2008).

Las arcillas absorben las toxinas, no pudiendo traspasar las paredes intestinales y las aves que consumen alimentos con arcillas llegan a excretar un 26 % más de toxinas (BRADANOVIC, 2018). La arcilla chacko por tener una elevada superficie externa como centros activos y el gran número de centros ácido tipo Bronsted atrapa a las micotoxinas y proporcionando mayor resistencia a la agresión tóxica (SUAREZ, 2018).

La adición de arcillas en la alimentación se requiere en pequeñas cantidades, generalmente las concentraciones de bentonita en la alimentación animal son del 0,5 - 5% y del 1 - 2 % respectivamente (GARCIA, SUAREZ, & ARANIBAR, 2006).

La arcilla chacko está formado por aluminosilicatos que tiene la capacidad de fijar en su superficie a las micotoxinas y poder ser excretado del organismo conjuntamente con las heces, evitando que las micotoxinas sean absorbidas por el organismo animal (LARA, 2002).

Se usan arcillas y silicatos para secuestrar micotoxinas en el alimento de tal forma que las micotoxinas se evitan que pasen por el tubo digestivo sin poder ser absorbidas ciertas micotoxinas (PHILLIPS, 2008).

Demuestran que la arcilla chacko tiene la capacidad para capturar partículas orgánicas, pudiendo ser utilizada como ligante de micotoxinas (GARCIA, SUAREZ, & ARANIBAR, 2006). Es por esto que se propuso realizar la siguiente investigación. Con estas referencias, se hizo importante aplicar el efecto del nivel de adición de la arcilla chacko en la alimentación sobre la disminución de toxinas en la carne de pollo en condiciones semitropicales.

Al realizar este trabajo se llegó a producir una carne de pollo más saludable y que no causara daños en el tiempo a los consumidores.

MATERIALES Y MÉTODOS

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación fue el experimental debido a que involucro la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles efectos, donde el proceso de verificación o comprobación de la hipótesis se realizó siguiendo un patrón referencial de una investigación por objetivos. Es decir, que la posibilidad de logro de los objetivos planteados en la presente investigación nos permitió controlar el proceso de contrastación de las hipótesis.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Corresponde a una investigación Aplicada, por ser de interés en la aplicación y en las consecuencias prácticas de los conocimientos que se han obtenido.

Permitiendo aplicar la adición de arcilla chacko para determinar la disminución de

toxinas en la carne de pollo aportando un conocimiento técnico sobre el efecto de la adición de arcilla chacko en la alimentación de pollos de carne.

NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel explicativo, debido a que analizó las relaciones entre una variable independiente y una variable dependiente y los efectos causales de las primeras sobre las segundas para explicar los efectos de la disminución de toxinas en la carne de pollo con adición de arcilla chacko (0.5, 1 y 2%) desde el primer día de nacido hasta los 42 días de crianza en condiciones semitropicales.

MÉTODO APLICADO A LA INVESTIGACIÓN

El método científico deductivo - inductivo en sus diferentes etapas de producción, porque a través de la adición de arcilla chacko se observó, determinó, analizó e interpretó los niveles adecuados de adición para disminuir el nivel de toxinas en la carne de pollo en condiciones semitropicales.

POBLACIÓN Y MUESTRA

Población

El presente experimento fue conducido en Granjas "El Dorado", que se encuentra en el Distrito de San Juan del Oro, Provincia de Sandia, Departamento de Puno, a 1320 m.s.n.m. donde cuenta con cuatro galpones experimentales, con una capacidad máxima de 2000 pollos, proveídos de equipos y materiales adecuados para la crianza.

Muestra

La muestra fue del tipo no probabilístico de forma intencionado donde estuvo representado por 40 animales experimentales de 10 pollos de carne de la línea COBB sin sexar para cada tratamiento.

TÉCNICA, FUENTES E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Técnicas

Las técnicas que emplearon en la presente investigación fueron mediante la adición de arcilla chacko en el alimento, en los 4 tratamientos: una dieta control (sin chacko) y tres dietas experimentales (con chacko) en las que se adiciono 0.5, 1.0 Y 2.0 % De arcilla a las dietas de inicio, crecimiento y acabado.

Fuentes

Para determinar el efecto de la inclusión de la arcilla "chacko" en alimentos como

ligante de toxinas se utilizó las fichas de observación.

Instrumentos

Se determinó el 2% al azar de la muestra para determinar el nivel de toxinas que se encontraron en diferentes carnes de pollos a los 42 días de edad.

Los criterios que se aplicaron para el análisis e interpretación de datos fueron analizados mediante el software de procesamiento estadístico SPSS, para diseños en bloques completamente al azar con un factor de 1x4 de 10 pollos por cada tratamiento de una población de 2000 pollos de carne con diferentes niveles de inclusión de arcilla en función a los objetivos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descriptivos

Aflatoxina	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95% Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Control	10	4.90	.73676	.23299	4.3730	5.4270	3.60	5.80
Chacko 0.5%	10	3.20	.36712	.11609	2.9374	3.4626	2.40	3.50
Chacko 1%	10	1.80	.35590	.11255	1.5454	2.0546	1.20	2.30
Chacko 2%	10	0.50	.35198	.11131	.2482	.7518	.05	1.10
Total	40	2.6000	1.71982	.27193	2.0500	3.1500	.05	5.80

Tabla Nº 01. Niveles promedios de aflatoxina B1 luego de la aplicación del experimento (ppb y/o µg/kg).
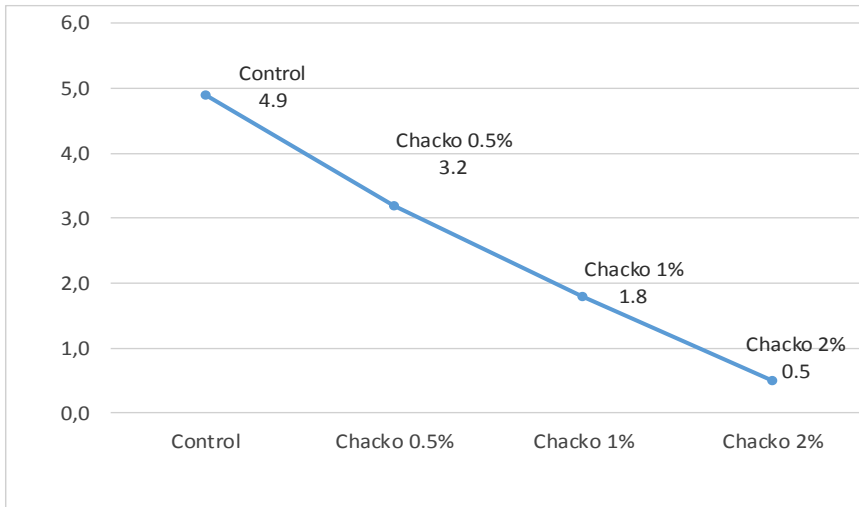
Gráfico Nº 01 - Promedios de aflatoxina B1 luego de la aplicación del experimento (ppb y/o µg/kg).

INTERPRETACIÓN

De acuerdo a la tabla Nº 01 y Gráfico Nº 01. Se observa que con el grupo control se obtuvo un promedio de 4.90 ppb en aflatoxina B1 siendo su mínimo de 3.60 ppb y su máximo de 5.80 ppb, seguido del grupo con adición de chacko de 0.5% en donde se obtuvo el promedio de 3.20 ppb con un mínimo de 2.40 ppb y un máximo de 3.50 ppb, además con el chacko 1% se tuvo el promedio de 1.80 ppb, teniendo como mínimo de 1.20 ppb y su máximo de 2.30 ppb y finalmente con chacko 2% se obtuvo el promedio de 0.50 ppb, con el mínimo del grupo de 0.05 ppb y el máximo de 1.10 ppb. Concluyendo que los niveles promedios de aflatoxina se redujeron con la aplicación del chacko 2% llegando a obtener el mínimo promedio de 0.05 ppb.

DISCUSIÓN

Después de realizar los trabajos de investigación en residuos de aflatoxinas y ocratoxinas en los músculos y otros productos de origen animal como con carne y huevos por ser un peligro para los humanos al ingerir estos productos por contener estos residuos tóxicos, los límites de cuantificación para la aflatoxina B1 fueron de 0.01 a 5 ppb, para pollos de carne y de 0.05 a 5 ppb, para gallinas ponedoras (GIMENO, 2004). Sin embargo, en nuestro trabajo de investigación se cuantifico desde 0.05 a 4.9 ppb muy semejante a los datos obtenidos a gallinas expuestas durante 28 días con alimentos contaminados de 3.31 ppb de aflatoxina B1, sin embargo, suponíamos que podíamos encontrar mayores niveles de aflatoxina por las condiciones semitropicales.

Según el reglamento a nivel mundial para las micotoxinas en los alimentos y en las raciones, los límites de aflatoxinas a nivel mundial que han reglamentado existen diferencias en el nivel de tolerancia, teniendo algunas especificaciones para algunos productos alimenticios siendo cada vez más exigente desde el punto de vista de la salud pública donde la aflatoxina B1 tiene el límite vigente en la actualidad en el rango de (1-20 ppb o µg/Kg), siendo el límite total mediano de 10 ppb o µg/Kg. Considerando la aflatoxina B1 es la más importante de las micotoxinas desde el punto de vista toxicológico producida principalmente por el género aspergillus ((OMS), 2004). Sin embargo, en nuestro trabajo de investigación encontramos valores inferiores aceptables al límite total mediano de tolerancia para el consumo humano, inclusive en el grupo control sin adición de arcilla chacko donde se tuvo un promedio de 4.9 ppb y al adicionar chacko 0.5%, 1% y 2% los niveles de aflatoxinas redujeron progresivamente llegando a un nivel promedio de hasta 0.5 ppb con el tratamiento de adición de arcilla chacko al 2%.

Los pollitos barred rock que consumieron por 60 días alimento contaminado con 0.8 y 1.6 ppb o microgramos/kilo de aflatoxina B1, después de este periodo no se detectaron residuos de esta aflatoxina B1 en la carne de pollo, lo que podemos indicar que los niveles mínimos de contaminación son metabolizados en el hígado y fijado en el tejido hepático y algunas aflatoxinas hidrosolubles desembocados en la bilis y excretados conjuntamente con las heces, liberándolos y desintoxicando al animal (GIMENO, 2004). Lo que nos hace suponer que el nivel de contaminación de los alimentos proporcionados en las granjas de la selva puneña tiene mayor grado de contaminación por las condiciones de humedad donde los hongos se proliferan con mayor facilidad.

Encontraron niveles de 1.1 a 2.3 ppb (microgramo/kg) de aflatoxina B1 en el músculo del pollo 10 días después de dejar de comer alimentos contaminados con 0.25; 0.50; 1 y 2 ppm de aflatoxina B1 a una edad de 49 días. Los pollos de carne y gallinas ponedoras que fueron alimentadas con alimentos contaminados con 50 ppb de aflatoxina B1 no encontraron concentraciones detectables de aflatoxinas después de un periodo de retiro del alimento contaminado de 14 días para pollos de carne y 33 días para gallinas ponedoras (GIMENO, 2004). En relación al proyecto nosotros realizamos el análisis a los 42 días de crianza y nos hace suponer que el nivel de contaminación es mayor por obtener mayores niveles de aflatoxina B1 en la carne de pollo, lo que nos hace presumir que así retiremos el alimento contaminado persistirá niveles de aflatoxina por más de 10 días en la carne de pollo.

En otro experimento de gallinas ponedoras alimentadas con alimento contaminado por 28 días con 3.31 ppb de aflatoxina B1 encontraron una concentración de residuos de micotoxinas con un nivel máximo a las 4 a 5 días permaneciendo constantemente al consumir alimento contaminado (GIMENO, 2004). Lo que nos hace deducir que mientras reciba alimento contaminado los niveles de aflatoxinas permanecerán en la carne de pollo puesto que los alimentos que proporcionan los pollos son hasta el último momento que se

encuentran en las granjas y siempre existirá hongos que liberaran toxinas, por lo tanto, si no se adiciona arcilla chacko o secuestrantes de toxinas siempre encontraremos niveles altos de toxinas.

Los pollos que recibieron arcilla chacko de 0.5, 1 y 2 % isieron que disminuya los niveles de aflatoxina en la carne de pollo llegando a obtener el mínimo promedio de 0.05 ppb a la aplicación del 2% de arcilla chacko lo que nos indica que no se logró eliminar casi por completo el nivel de aflatoxina en la carne de pollo, quedando niveles muy bajos luego de la aplicación de la arcilla chacko aceptables para la alimentación humana.

Un alimento que fue contaminado con 500 ppb de aflatoxina B1 donde se suministró a pavos por 18 días y los residuos de aflatoxinas fueron mayores en el hígado que en el músculo encontrándose niveles en la carne de pavo no muy elevados de 0.01 y 1.19 ppb sin ningún tratamiento y una vez retirado el alimento contaminado no se encontraron niveles de aflatoxinas (GIMENO, 2004). En nuestra investigación se encontró niveles muy altos de aflatoxinas de 3.6 a 4.9 ppb en el tratamiento control sin adición de arcilla chacko, siendo valores altos a los encontrados en comparación con dicho experimento, sin embargo a pesar que nosotros adicionamos arcilla chacko en 0.5, 1 y 2% disminuyo progresivamente hasta obtener un promedio de 0.05 ppb con el tratamiento de adición de arcilla chacko con 2%, lo que nos hace suponer que el nivel de contaminación y liberación de aflatoxinas será variable según especie, raza, línea genética, actividad metabólica, entre otros factores.

Indican los riesgos y prevalencia de las aflatoxinas, en una exposición crónica ocasionando el cáncer en los humanos por ser toxinas cancerígenas, teratogénicas, mutagenicas, hepatotoxicas e inmunosupresivas, afectando al hígado, estomago, riñón y cerebro. En el reglamento de niveles máximos de aflatoxinas de alimentos y piensos se tiene en promedio 10 ppb o µg/kg y para aves de corral jóvenes como el caso de pollos de carne de 5 ppb o µg/kg, niveles semejantes e inferiores a los encontrados en nuestro trabajo de investigación, niveles aceptables para el consumo humano a pesar que existe condiciones de temperatura de 20 a 35ºC para que puedan desarrollar los hongos en especial del género aspergillus (Pedro, 2012). Lo que nos hace suponer que el alimento que se le proporciona a los pollos de carne en experimento fueron alimentos no muy contaminados y al adicionar arcilla chacko disminuyeron el nivel de aflatoxinas.

Descriptivos								
Ocratoxina					Intervalo de confianza para la media al 95%			
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Control	10	1.20	.48999	.15495	.8495	1.5505	.10	1.84
Chacko 0.5%	10	0.06	.02427	.00768	.0426	.0774	.02	.09
Chacko 1%	10	0.00	0.00000	0.00000	0.0000	0.0000	0.00	0.00
Chacko 2%	10	0.00	0.00000	0.00000	0.0000	0.0000	0.00	0.00
Total	40	.3150	.56914	.08999	.1330	.4970	0.00	1.84

Tabla Nº 02. Niveles promedios de ocratoxina A luego de la aplicación del experimento (ppb y/o µg/Kg).
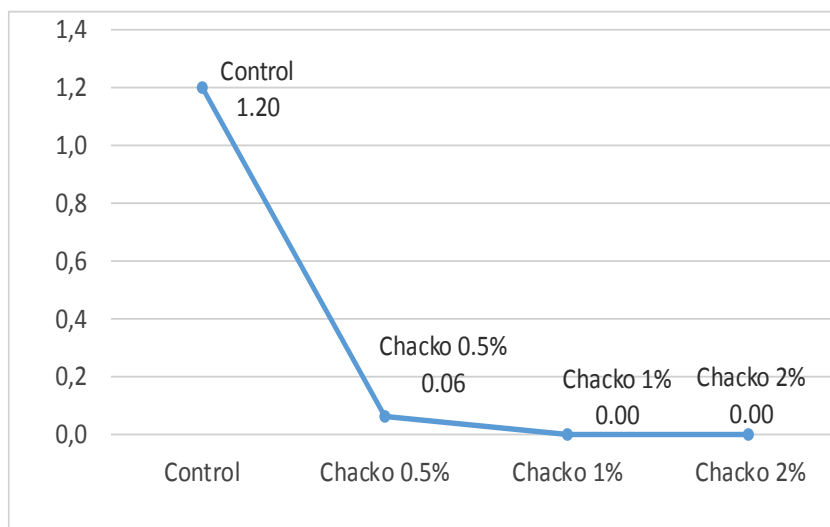
Gráfico Nº 02. - Promedios de ocratoxina A luego de la aplicación del experimento (ppb y/o µg/Kg).

INTERPRETACIÓN

De acuerdo a la tabla Nº 02 y Gráfico Nº 02. Se observa que con el grupo control se obtuvo un promedio de 1.20 ppb de ocratoxina B1 siendo su mínimo de 0.10 ppb y su máximo de 1.84 ppb, seguido del grupo con adición de chacko de 0.5% en donde se obtuvo el promedio de 0.06 ppb con un mínimo de 0.02 ppb y un máximo de 0.09 ppb; además con el chacko 1% se tuvo el promedio de 0.00 ppb teniendo como mínimo y máximo de 0.00 ppb y finalmente con chacko 2% se obtuvo el promedio de 0.00 con el mínimo y máximo de 0.00 ppb.

Podemos concluir que los niveles promedios de ocratoxina se redujeron con la

aplicación del chacko 2% y 1% llegando a obtener el mínimo promedio de 0.00 ppb.

DISCUSIÓN

Los pollos hubbard y gallinas ponedoras alimentados desde los 14 días con alimento contaminado de 50 ppb de ocratoxina A encontrando residuos de ocratoxina A en niveles más altos en el hígado de 11.00 ppb y en gallinas ponedoras de 1.5 ppb. Y se encontró niveles de 0.8 ppb de ocratoxina en el músculo de las gallinas ponedoras. En un alimento contaminado de 850 ppb de ocratoxina A por 6 semanas a gallitos y retirado 12 horas antes del sacrificio encontraron ocratoxina A en los músculos, sangre, hígado y riñones en niveles menores a 5 ppb disminuyendo progresivamente una vez retirada el alimento contaminado desde las 1 día hasta algunas semanas dependiendo del tiempo suministrado anteriormente y del tejido a ser analizado, disminuyendo los niveles de residuos ocratoxina A hasta el punto que ya no se llegó a detectar, en el hígado se encontró 40 ppb de ocratoxina A y los niveles más bajos fueron encontrados los riñones de 5 ppb (GIMENO, 2004). Datos más altos a los encontrados en comparación al grupo control que tuvimos un mínimo de 0.10 ppb y su máximo de 1.84 ppb, y a la adición de arcilla chacko de 0.5% donde se obtuvo el promedio de 0.06 ppb como mínimo de 0.02 ppb y un máximo de 0.09 ppb, lo que nos indica que si tuvo efecto significativo disminuyendo los niveles de ocratoxina, en relación a la adición de arcilla chacko de 1 y 2% que no se llegó a encontrar niveles de ocratoxina A siendo altamente significativo, lo que nos indica que es altamente sensible a la adición de arcilla chacko en comparación con las aflatoxinas.

Las muestras de músculos pectorales del pollo, hígado, corazón, estomago muscular y riñón expuestos a una contaminación de 750 ppb en dosis única, 12, 24, 48, 72, 96 y 120 horas post inoculación, encontrándose concentraciones de ocratoxina A hasta 4 días posteriores a la exposición llegando a la conclusión que los tejidos de pollos expuestos a 250 ppb de ocratoxina A por Kg. de peso vivo durante 3 días por inoculación vía oral, encontrando concentraciones de residuos cuantificables en el tejido hepático y músculos pectorales y con una inoculación de 750 ppb las concentraciones son superiores inocuos y su eliminación lleva más tiempo (Medina, 2009). En comparación con este trabajo de investigación los niveles encontrados fueron menores en el grupo control, encontrándose niveles de ocratoxina muy bajos con adición de arcilla chacko de 0.5% y fueron muy sensibles al tratamiento con 1 y 2% con adición de arcilla chacko, no encontrando ocratoxina A.

Los límites para la ocratoxina A son de 5 ppb o µg/kg a nivel mundial y lo que se busca es la ingesta provisional tolerable semanal o de la ingesta provisional tolerable diaria, siendo un problema complejo en la salud pública ((OMS), 2004). Niveles inferiores a los encontrados al trabajo de investigación, nivel de tolerancia aceptable para el consumo humano sin causar daño alguno, puesto que el organismo tiene la capacidad de liberar ciertas toxinas en niveles tolerables por el organismo.

Descriptivos								
Micotoxinas					Intervalo de confianza para la media al 95%			
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Control	10	6.10	.91740	.29011	5.4437	6.7563	4.72	7.18
Chacko 0.5%	10	3.26	.38213	.12084	2.9866	3.5334	2.44	3.57
Chacko 1%	10	1.80	.35590	.11255	1.5454	2.0546	1.20	2.30
Chacko 2%	10	0.50	.35198	.11131	.2482	.7518	.05	1.10
Total	40	2.9150	2.17521	.34393	2.2193	3.6107	.05	7.18

Tabla Nº 03. Niveles Promedios de micotoxinas luego de la aplicación del experimento (ppb y/o µg/Kg).

INTERPRETACIÓN

De acuerdo a la tabla Nº 03 y Gráfico Nº 03. Se observa que con el grupo control obtuvo un promedio de 6.10 ppb en micotoxinas siendo su mínimo de 4.72 ppb y su máximo de 7.18 ppb, seguido del grupo con adición de chacko de 0.5% en donde se obtuvo el promedio de 3.26 ppb con un mínimo de 2.44 ppb y un máximo de 3.57 ppb, además con el chacko 1% se tuvo el promedio de 1.80 ppb teniendo como mínimo de 1.20 ppb y su máximo de 2.30 ppb y finalmente con chacko 2% se obtuvo el promedio de 0.50 con el mínimo del grupo de 0.05 ppb y el máximo de 1.10 ppb.

A nivel general se puede observar que el mayor efecto lo tuvo el grupo de chacko 2% con un promedio de micotoxinas de 0.50 ppb.
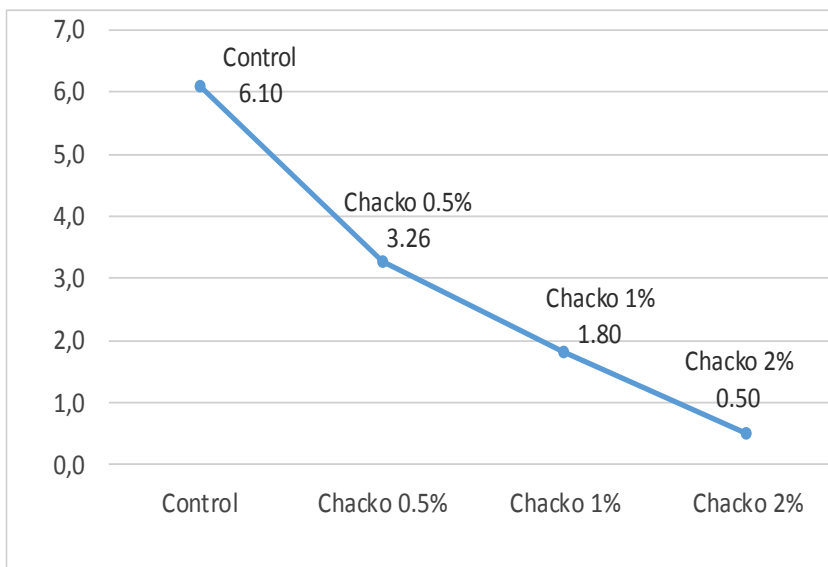
Gráfico Nº 03: Promedios de micotoxinas luego de la aplicación del experimento (ppb y/o µg/Kg).

DISCUSIÓN

Existe un efecto sinérgico entre las aflatoxinas y ocratoxinas en pollos, en comparación con el grupo control sin adición de arcilla chacko que se obtuvo de 4.72 ppb a 6.1 ppb, siendo niveles ligeramente altos, sin embargo, todavía es aceptable para el consumo humano, puesto que el nivel máximo aceptable para el consumo humano es de 10 ppb (GIMENO, 2004). Indicamos que a pesar que el acumulo de aflatoxinas y ocratoxinas no sobrepasa los niveles aceptables para el consumo humano asumimos que existe un nivel de contaminación que al suministrar arcilla chacko de 0.5, 1 y 2% disminuye progresivamente existiendo un nivel promedio muy bajo de 0.50 ppb con una adición del 2% de arcilla chacko, nivel de micotoxinas muy aceptable en la carne de pollo destinado al consumo humano.

Las micotoxinas son metabolitos producidos por los hongos bajo condiciones sub optimas y de estrés, estando de acuerdo que los pollos criados en condiciones de semitropicales donde existe bastante humedad y temperaturas adecuadas para el desarrollo de los hongos se asume que existe el riesgo de que el alimento que se le proporciona a los pollos sean contaminados con hongos y estos liberen micotoxinas que hacen daño a los pollos y que pasan a la carne de pollo y es consumido por los humanos como fuente de proteína, así mismo en la crianza intensiva de pollos de carne donde el pollo se cría en un espacio reducido con fines de obtener mayor ganancia de peso vivo, donde se busca que el pollo consuma alimento y agua a libre disponibilidad y no tenga mucho espacio para que no pierda peso y energía y sea cada vez más rentable no teniendo en cuenta la calidad de

carne, esos pollos viven en un estrés permanente y por lo tanto el acumulo de toxinas es de mayor nivel, a pesar de lo descrito los niveles encontrados en esa carne de pollo y en esas condiciones climáticas es un alimento aceptable todavía para el consumo humano. (Medina, 2009).

La tendencia mundial es disminuir la presencia de las toxinas que hace daño al cuerpo humano estableciendo límites máximos residuales, siendo para micotoxinas en la carne de pollo de 10 ppb (Alberto, 2017). Niveles promedios inferiores que encontramos en la carne de pollo ya sea sin arcilla chacko o con la adición de arcilla chacko de 0.5, 1 y 2 %, con niveles muy bajos con menor riesgo de hacer daño por el consumo humano.

Según el reglamento a nivel mundial para las micotoxinas en los alimentos y en las raciones alimenticias, recomienda establecer las tolerancias de micotoxinas provenientes de los alimentos de origen vegetal y animal a nivel mundial por su importancia en la inocuidad de los alimentos y los efectos que puedan causar a los seres humanos y los animales, siendo de interés en la salud pública y economía de los productores. Sin embargo, existen países que han adaptado reglamentos y disposiciones para diversas micotoxinas como las aflatoxinas, ocratoxinas, tricotecenos, doroxinivalenol, fumonisinas, zearalenona, etc. buscando los niveles de tolerancia, siendo una necesidad humana básica considerando un peligro los alimentos con micotoxinas, que son metabolitos tóxicos provenientes de los hongos. Existiendo países que no cuentan con ningún reglamento dentro de ellos se encuentra el Perú, que no cuenta con ningún reglamento o legislación de tolerancia de micotoxinas en la carne de pollo destinados al consumo humano. Los límites de micotoxinas a nivel mundial que han reglamentado existiendo diferencias en el nivel de tolerancia, teniendo algunas especificaciones para algunos productos alimenticios siendo el límite del nivel de tolerancia para las micotoxinas totales como aflatoxinas, ocratoxinas, fumonisinas, zearalenona, y algunos tricotecenos es de 0-35 ppb o µg/kg, de los cuales la mayoría de países se rigen en el valor de 20 ppb o µg/kg ((OMS), 2004). Sin embargo, en nuestra investigación encontramos valores muy inferiores aceptables al límite total mediano de 20 ppb para el consumo humano, inclusive en el grupo control sin adición de arcilla chacko encontrando niveles menores de 6.1 ppb en el tratamiento control y al adicionar chacko con 0.5%, 1% y 2% encontramos niveles muy bajos de micotoxinas, donde a mayor adición de arcilla chacko menor el nivel de toxinas en la carne de pollo. Cabe aclarar que en el presente trabajo de investigación se analizó solo las aflatoxinas y ocratoxinas por ser las micotoxinas de mayor importancia que causan alteraciones en el organismo humano.

Los riesgos y prevalencia de las micotoxinas, a una exposición crónica ocasiona el cáncer en los humanos por ser toxinas cancerígenas, teratogénicas, mutagenicas, hepatotoxicas e inmunosupresivas, afectando al hígado, estomago, riñón y cerebro. En el reglamento de niveles máximos de aflatoxinas de alimentos y piensos se tiene en promedio 10 ppb o µg/kg y para aves de corral jóvenes como el caso de pollos de carne de 5 ppb o µg/kg (Pedro, 2012). Niveles semejantes e inferiores a los encontrados en nuestro

trabajo de investigación, niveles aceptables para el consumo humano a pesar que existe condiciones de temperatura y humedad para que puedan desarrollar los hongos, lo que nos hace suponer que el alimento que se le proporciono a los pollos de carne en experimento fueron alimentos con alimento fresco no muy contaminados y al adicionar arcilla chacko disminuyeron grandemente el nivel de toxinas, produciéndose una carne más saludable.

La arcilla 3A-T atrapa moléculas orgánicas pudiéndose utilizar como secuestrante de toxinas mediante la inclusión de arcilla 3A-T sobre las raciones para la disminución de toxinas en la carne de pollo, estando de acuerdo y contrastando los resultados que a mayor adición de arcilla chacko disminuye los niveles de toxina en la carne de pollo (GARCIA e SUAREZ, 2007).

En la tesis Titulada "Evaluación del desempeño de pollos intoxicados experimentalmente con aflatoxinas, recibiendo dietas con dos concentraciones (0.25% y 0.50%) de un aluminosilicato. ConditionAde 200HPC". Por (Malliman & Dilkin, 2003). En el Laboratorio de Micotoxinas, Universidad Federal de Santa Maria Brasil, donde concluye que la adición de 3 ppb de aflatoxinas en las raciones de pollos de carne causa una reducción significativa en el consumo de alimentos, reflejándose en una menor ganancia de peso vivo, conversión de alimento y mortalidad, siendo los machos más sensibles a las intoxicaciones con aflatoxinas, lo que repercutiría negativamente en la crianza de pollos desde el punto de vista de ingresos económicos de la producción de carne, sin embargo a mayor adición de arcilla chacko como atrapa toxinas atrapa vitaminas y minerales haciendo que disminuya el rendimiento productivo y por lo tanto la producción de kilo de carne de pollo se incrementaría, factor por la que muchas granjas no utilizan la adición de estas arcillas, además los secuestrantes de toxinas tienen un alto costo que incrementa los costos de producción e incrementándose de igual manera el costo por kilo de carne cuando se adiciona cada vez en mayor porcentaje. Sin embargo, el incremento del costo mínimo de la carne de pollo con mínimos niveles de toxinas y de mayor calidad con menor riesgo de causar alteraciones en el cuerpo humano justificaría su producción mediante adición de arcilla chacko.

Mediante la determinación del efecto de la arcilla chacko en el rendimiento productivo de pollos de carne se determinó que con una adición de 0.5 y 1% incrementa la ganancia de peso vivo, mejora la conversión de alimento y disminuye la mortalidad, sin embargo, con una adición de 2% empieza a disminuir la ganancia de peso vivo, aumenta la conversión de alimento y disminuye la mortalidad, recomendando solo la adición de 0.5 y 1% de arcilla chacko (GIMENO, 2004) y (HUANCA & QUISPE, 2016). Sin embargo, con este experimento si se podría utilizar inclusive más del 2% de arcilla chacko para obtener una carne libre de toxinas siempre en cuando se incremente el costo de la carne de pollo, por razones que el rendimiento productivo a más del 2% de adición de arcilla chacko disminuye el rendimiento productivo de pollos de carne.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Análisis para contrastar la prueba de hipótesis general

ANOVA de un factor						
Total	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.	Valor crítico para F
Inter-grupos	173.387	3	57.796	186.708	.000	3.866
Intra-grupos	11.144	36	.310			
Total	184.531	39				

Tabla Nº 04. Análisis de varianza de toxinas (ppb y/o µg/Kg).

Como (Fc= 186.708) > (Ft = 3.866), lo cual quiere decir que, existe diferencias significativas entre los efectos de la arcilla chacko con 0.5%, 1% y 2% como alimento en la disminución de toxinas en la carne de pollo en condiciones semitropicales.

Para determinar cuál de los tratamientos proporciona mayores diferencias significativas respecto a las toxinas, se utilizó la prueba de dunnett para determinar las diferencias con respecto al grupo control.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Total

t de Dunnett (<control)[a]

(I) Efecto Chacko		Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
					Límite inferior
Chacko 0.5%	Sin Chacko	-2,84000*	.24882	0.000	-23.094
Chacko 1%	Sin Chacko	-4,30000*	.24882	0.000	-37.694
Chacko 2%	Sin Chacko	-5,60000*	.24882	0.000	-50.694

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como control y lo comparan con todos los demás grupos.

Tabla Nº 05. Diferencias significativas entre medias con respecto al grupo control (ppb y/o µg/Kg).

INTERPRETACIÓN

De acuerdo a la tabla Nº 05. Se puede observar que la mayor diferencia con respecto al grupo control en la disminución de toxinas fue el tratamiento con chacko de 2%, redujo en 5.6 ppb, seguido del chacko 1% que redujo el nivel de la toxina promedio en 4.3 ppb y finalmente con chacko 0.5% se tuvo una diferencia de 2.8 ppb.

Podemos concluir que la mejor reducción en el nivel de toxinas se da con el chacko 2% luego chacko 1% y finalmente con chacko 0.5%. Lo que indica que con los tres tratamientos existen reducciones en las toxinas, pero la mejor reducción de toxinas se da con el chacko de 2%.

ANÁLISIS PARA CONTRASTAR LA VARIANZA DE AFLATOXINA

ANOVA de un factor

Aflatoxina	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Valor crítico para F
Inter-grupos	107.000	3	35.667	153.710	.000	3.866
Intra-grupos	8.353	36	.232			
Total	115.353	39				

Tabla Nº 06. Análisis de varianza de aflatoxina (ppb y/o µg/Kg).

Como (Fc= 153.710) > (Ft = 3.866), lo cual quiere decir que, existe diferencias significativas entre los efectos de la arcilla chacko con 0.5%, 1% y 2% como alimento en la disminución de aflatoxinas en la carne de pollo en condiciones semitropicales.

Para determinar cuál de los tratamientos proporciona mayores diferencias significativas en aflatoxinas, se utilizó la prueba de dunnett para determinar las diferencias con respecto al grupo control.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Aflatoxina t de Dunnett (<control)[a]

(I) Efecto Chacko		Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior
Chacko 0.5%	Sin Chacko	-1,70000*	.21542	0.000	-12.406
Chacko 1%	Sin Chacko	-3,10000*	.21542	0.000	-26.406
Chacko 2%	Sin Chacko	-4,40000*	.21542	0.000	-39.406

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como control y lo comparan con todos los demás grupos.

Tabla Nº 07. Diferencias significativas entre medias con respecto al grupo control (ppb y/o µg/Kg).

INTERPRETACIÓN

De acuerdo a la tabla Nº 07. Se puede observar que la mayor diferencia con respecto al grupo control en la disminución de aflatoxinas fue el tratamiento del chacko 2%, reduciendo en 4.4 ppb, seguido del chacko 1% que también redujo el nivel de las aflatoxinas en 3.1 ppb y finalmente con chacko 0.5% se tuvo una diferencia de 1.7 ppb.

Podemos concluir que la mejor reducción en el nivel de aflatoxinas se da con el chacko 2% y chacko 1% y finalmente con chacko 0.5%. Lo que indica que con los tres tratamientos existen reducciones en las aflatoxinas pero la mejor reducción de aflatoxinas se da con el chacko de 2%.

ANÁLISIS PARA CONTRASTAR LA VARIANZA DE OCRATOXINA

ANOVA de un factor

Ocratoxina	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Valor crítico para F
Inter-grupos	10.467	3	3.489	57.986	.000	3.866
Intra-grupos	2.166	36	.060			
Total	12.633	39				

Tabla Nº 08. Análisis de varianza de ocratoxina (ppb y/o µg/Kg).

Como (Fc= 57.986) > (Ft = 2.866), entonces se acepta H1, lo cual quiere decir que, Existe diferencias significativas entre los efectos de la arcilla chacko con 0.5%, 1% y 2% como alimento en la disminución de ocratoxinas en la carne de pollo en condiciones semitropicales.

Para determinar cuál de los tratamientos proporciona mayores diferencias significativas en ocratoxinas, se utilizó la prueba de dunnett para determinar las diferencias con respecto al grupo control.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Ocratoxina t de Dunnett (<control)[a]

(I) Efecto Chacko		Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior
Chacko 0.5%	Sin Chacko	-1,14000*	.10970	0.000	-.9060
Chacko 1%	Sin Chacko	-1,20000*	.10970	0.000	-.9660
Chacko 2%	Sin Chacko	-1,20000*	.10970	0.000	-.9660

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como control y lo comparan con todos los demás grupos.

Tabla Nº 09. Diferencias significativas entre medias con respecto al grupo. Control (ppb y/o µg/Kg).

INTERPRETACIÓN

De acuerdo a la tabla Nº 09. Se puede observar que la mayor diferencia con respecto al grupo control en la disminución de ocratoxinas fue el tratamiento con chacko de 2%, reduciendo en 1.2 ppb, seguido del chacko 1% que también redujo el nivel de las ocratoxinas en 1.2 ppb y finalmente con chacko 0.5% se tuvo una diferencia de 1.14 ppb.

Podemos concluir que la mejor reducción en el nivel de ocratoxinas se da con el chacko 2% y chacko 1% y finalmente con chacko 0.5%. Lo que indica que con los tres tratamientos existen reducciones en las ocratoxinas pero la mejor reducción de ocratoxinas se da con el chacko de 2% y 1%.

CONCLUSIONES

Con la adición de la arcilla Chacko como alimento con 0.5%, 1% y 2% existen diferencias significativas y efectos positivos en la disminución del nivel de toxinas en la carne de pollo en condiciones semitropicales. Observando que el grupo control obtuvo un promedio de 6.10 ppb, en micotoxinas siendo su mínimo de 4.72 ppb y su máximo de 7.18 ppb, seguido del grupo con adición de chacko de 0.5% en donde se obtuvo el promedio de 3.26 ppb con un mínimo de 2.44 ppb y un máximo de 3.57 ppb, además con el chacko 1% se tuvo el promedio de 1.80 ppb teniendo como mínimo de 1.20 ppb y su máximo de 2.30 ppb y finalmente con chacko 2% se obtuvo el promedio de 0.50 con el mínimo del grupo de 0.05 ppb y el máximo de 1.10 ppb. Niveles máximos de ingesta tolerable (UL) en la alimentación humana.

Se identificó el efecto de la arcilla chacko con 0.5%, 1% y 2% como alimento existiendo diferencias significativas en la disminución de aflatoxinas en la carne de pollo en condiciones semitropicales. Concluyendo que la mejor reducción en el nivel de aflatoxinas se da con el chacko 2% y chacko 1% y finalmente con chacko 0.5%. Lo que indica que con los tres tratamientos existen reducciones en las aflatoxinas, pero la mejor reducción de aflatoxinas se da con el chacko de 2%.

Se identificó el efecto de la arcilla chacko con 0.5%, 1% y 2% como alimento existiendo diferencias significativas en la disminución de ocratoxinas en la carne de pollo en condiciones semitropicales. Concluyendo que la mejor reducción en el nivel de ocratoxinas se dio con la aplicación del chacko 2% y 1% llegando a obtener el mínimo promedio de 0.00 ppb. Lo que indica que la adición de 1% y 2“% de arcilla chacko disminuye en su totalidad las ocratoxinas en la carne de pollo.

Se identificó los niveles de toxinas después de aplicar la arcilla chacko con 0.5%, 1% y 2% como alimento en la carne de pollo en condiciones semitropicales. Concluyendo que la mejor reducción en el nivel de toxinas se da con el chacko 2% luego chacko 1% y finalmente con chacko 0.5%. Lo que indica que con los tres tratamientos existen reducciones en las toxinas, pero la mejor reducción de toxinas se da con el chacko de 2%. Considerando que a mayor adición de arcilla chacko menor nivel de toxinas en la carne de pollo.

REFERENCIAS

(OMS), **Reglamento a nivel mundial para las micotoxinas en los alimentos y en las raciones**. Roma - Italia: [s.n.], 2004.

ALBERTO, G. **Micotoxinas en alimentos de origen avícola Su impacto en la salud humana. Prevención y control.** [S.l.]: [s.n.], 2017.

ALVELAR, E. et al. **Evaluación de Zeolitas naturales mezcladas en la dieta para la alimentación de pollos de engorde (broiler) en el Cenae – Espol.** [S.l.]: [s.n.], 2004.

APARICIO, W. **Determinación de la capacidad de Absorción del Chaco Aplicado a las extracciones de Cationes Metálicos**. Puno: UNAP, 2002.

ARANIBAR, M.; CALMET, E. **Efecto del nivel de inclusión de arcilla 3A-T sobre los parámetros productivos y lesiones patológicas de pollitos que consumen alimentos contaminados con aflatoxinas**. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2006.

ARANIBAR, M.; GARCIA, R.; SUAREZ, M. **Arcillas comestibles (arcilla 3 A-T)**. Puno: Revista agronoticias, 2007.

BRADANOVIC, T. **Arcillas y bentonitas**. Arica: [s.n.], 2018.

BROWMAN, L. **Tierras Comestibles de la Cuenca del Titicaca:** Geofagia en la prehistoria Boliviana, estudios Atacameños. Bolivia: Departamento de antropología, 2004.

CASTING, J. **Uso de las arcillas en la alimentación animal. En:** XVI Curso de especialización Avances en nutrición y alimentación animal. España: [s.n.], 1998.

DENNIS, P.; HSIENH, H. **Metabolism and transmisison of Mycotoxins. In:** International symposium and worshop on mycotoxins. Cairo - Egipto: Symposium, 1981.

FRISANCHO, P. **Medicina indígena y popular Edición I**. Lima - Perú: Los andes, 1988.

GARCIA, E.; SUAREZ, M. **Las Arcillas Propiedades y Usos**. Madrid: Universidad complutense, 2008.

GARCIA, R.; SUAREZ, M.; ARANIBAR, M. **Arcilla Chacko en la alimentación animal. En:** XXVI reunión de la Sociedad Española de Mineralogía (SEM) y XX Reunión de la Sociedad Española de Arcillas

(SEA). España: [s.n.], 2006.

GATHUMBI, J. et al. **Aplication of inmunoaffinity chromatographi and enzyme inmunoassay in rapid detection of aflatoxin B1 in chicken liver tissues**. [S.l.]: Poultry Sci, 2003.

GIMENO, A.; D, R. **Residuos de aflatoxinas y ocratoxina A en alimentos de origen animal (Leche, huevos y tejidos comestibles). En Special nutrients**. Miami Florida: [s.n.], 2016.

GIMENO, A.; MARTINS, M. **Micotoxinas y micotoxicosis en animales y humanos. 3rd ed. USA:** Special nutrients. EEUU: [s.n.], 2011.

GIMENO, M. **Problemas de micosis y micotoxicosis en pollos**. [S.l.]: [s.n.], 2004. Disponivel em: <www.engormix.com/micosis_micotoxicosis_pollos_influencia_articulos_325_MYC.htm>.

HUANCA, R.; QUISPE, I. **Efecto de la arcilla chacko en la alimentación, sobre el rendimiento productivo de pollos de carne en condiciones semitropicales**. Juliaca: Revista cientifica investigación Andina, 2016.

KUIPER-GOODMAN, T. **Prevention of Human Mycotoxicoses Trough Risk Assesment and Risk Management. En H.L.Trenholm JDMa. Mycotoxins In Grain, Compouns Other Than Aflatoxin. Eagan Press.** Genova: Fecof, 1994.

LARA, A. **Métodos de Determinación, Identificación y control de micotoxinas en ingredientes para la Nutrición Animal. Asociación Mexicana de Nutrición Animal**. México: Amena, 2002.

MALLIMAN, C.; DILKIN, P. **Micotoxinas y micotoxicosis – visión Latinoamericana. Laboratorio de Análisis Micotoxicologicas**. [S.l.]: Departamento de medicina veterinaria, 2003.

MALPICA, C. **Crónica del Hombre en el Perú. II edición Corregida y actualizada**. Lima - Perú: Moncloa campodonico, 1970.

MARCATOMA, Q. et al. **Caracterización Estructural del Ch'aqo. Facultad de Ciencias Físicas U.N.M.S.M**. Lima: Procesos UNAS, 2006.

MEDINA, P. **Estudio de depleción de ocratoxina A en tejidos comestibles de pollos broiler. Facultad de ciencias veterinarias y pecuarias de la escuela de ciencias veterinarias**. Chile: Universidad de chile, 2009.

MILICEVIC, D. et al. **Evaluation and validation of two chomatographic methods (HPLC-fluorescence and LC-MS/MS) for the determination and confirmation of ochratoxin A in pig tissues.** [S.l.]: Environ, 2010.

MIROCHA, C. **Micotoxinas; Química,metabolismo y efectos sobre la salud huamana. En:** En Symposium científico de la sección española de la asociación mundial de avicultura científica. Barcelona: [s.n.], 1977.

PASCUAL, M.; VILLANUEVA, R. **Efecto Citoprotector del Chacko sobre la Mucosa Gástrica en**

Ratas Albinas Sometidas a Stress por Restricción Hipotérmica. Lima - Perú: Universidad nacional mayor de san marcos, 1993.

PEDRO, A. **Aflatoxinas en los alimentos. Centro nacional de alimentación y la agencia española de seguridad alimentaria y nutrición**. Madrid - España: [s.n.], 2012.

PHILLIPS, D. **Intervención de arcilla de NovaSil en ghaneses en alto riesgo de aflatoxicosis:** II. Reducción de Biomarcadores de exposición de aflatoxina en sangre y orina, alimentos aditivos & contam. [S.l.]: College station, 2008.

RODRICKS, J.; STOLOFF, L. **Aflatoxin residues from contaminated feed in edible tissues of food-producing animals. In:** Mycotoxins in human and animal health. Pathotox publishers Park forest southillinois. [S.l.]: [s.n.], 1977.

SUAREZ, M. **Arcilla Tierra medicinal Milenaria**. [S.l.]: [s.n.], 2018.

VALDIZAN, H.; MALDONADO, A. **La Medicina Popular Peruana (contribución al Folklore Medico del Perú) I II**. Lima - Perú: Torres aguirre, 1992.

VELENTA, H. **Cromatographic methods for the determination of acratoxin A in animal and human tissues and fluids**. [S.l.]: [s.n.], 1988.

CAPÍTULO 5

IMPORTÂNCIA DA PROTEÍNA NA DIETA DO PIRARUCU (ARAPAIMA GIGAS)

Data de aceite: 01/04/2022

Rafael Pereira Barros
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima, *Campus* Amajari, Amajari-RR, Brasil

Francisco Oliveira de Magalhães Júnior
Zootecnista, Aquibahia – Aquicultura e meio ambiente
Vitoria da Conquista-BA, Brasil

Luís Gustavo Tavares Braga3
Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual de Santa Cruz
Ilhéus-BA, Brasil

RESUMO: O Brasil vem se destaca pelo seu grande potencial para a produção de organismos aquáticos, principalmente no que se refere à produção de peixes, devido a quantidade de espécies com potencial produtivo. Associado a esse fator, há as potencialidades naturais do país, como o clima e geografia favoráveis e diversificadas para a aquicultura, abundância de recursos hídricos (aproximadamente 8.400 quilômetros de costa marítima e 12% da água doce existente na Terra), vasta biodiversidade marinha e dulcícola, produção expressiva de grãos para utilização na alimentação animal, mão de obra em alta quantidade e ampla expansão do mercado consumidor. O país conta com 3 mil espécies de peixes, dos quais boa parte apresenta potencial para o cultivo. A criação de peixes nativos vem crescendo significativamente na aquicultura nacional. Embora a tilápia seja a espécie predominante nos sistemas de cultivo, com aproximadamente 250.000 toneladas de produção anual, algumas espécies nativas se sobressaem, como exemplo o pirarucu (*Arapaima gigas*). No entanto essa espécie tem seu cultivo comercial limitado devida a escassez de conhecimentos relacionados a fatores de produção, tais como: fisiologia, nutrição e sistemas de cultivo.

INTRODUÇÃO

O pirarucu, *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822), espécie endêmica da bacia amazônica, é considerado um dos maiores peixes de água doce com escamas do mundo, podendo atingir até 3 m de comprimento e 350 kg de peso corporal (BORQHETTI e DA SILVA, 2008). Apresenta respiração aérea, hábito alimentar carnívoro e alta rusticidade ao manuseio (FONTENELE, 1955). Adapta-se bem a ração extrusada, podendo alcançar até 10 kg de peso no primeiro ano de cultivo (CRESCÊNCIO et al., 2005), além de tolerar elevadas densidades de estocagem em cativeiro (BRANDÃO et al., 2006).

Para que o potencial de peixes se expresse em produção é necessário o desenvolvimento da tecnologia de cultivo, como por exemplo o de dietas adequadas e de baixo custo, com formulações e alimentos balanceados, além de práticas apropriadas de alimentação voltadas para as espécies (GATLIN, 1995). Na formulação de rações desses organismos, principalmente de

espécies carnívoras, a preocupação com a fonte proteica é crucial, pois estes apresentam uma alta exigência nesse aspecto.

As proteínas e seus aminoácidos atuam significativamente em várias funções dos peixes, incluindo processos de crescimento e renovação celular (GARCIA et al., 2000). Algumas espécies de peixes utilizam as fontes proteicas em maior concentração para suprir suas demandas metabólicas e de crescimento mais que outras, fazendo com que sua exigência seja mais alta. Para espécies de habito alimentar carnívoro esta exigência de proteína costuma variar entre 35-55% de proteína bruta na dieta (KAUSHIK e SEILIEZ, 2010). A estimativa da exigência de proteína para uma determinada espécie fornece base para a formulação de rações práticas, particularmente quando não há informação nutricional adicional disponível (NRC, 2011).

Entre as fontes proteicas mais utilizadas para alimentação de peixes carnívoros, a farinha de peixe é considerada um ingrediente "padrão" (DREW et al., 2007) por possuir alto valor nutritivo, com ótimo perfil de aminoácidos, boa palatabilidade, alta digestibilidade dos nutrientes, rica fonte de energia, ácidos graxos essenciais, vitaminas e minerais (NRC, 2011). No entanto, sua composição química pode variar consideravelmente dependendo da fonte de peixe utilizada para a sua produção (HERTRAMPF e PIEDADE-PASCUAL, 2001).

No Brasil, a maioria das farinhas encontradas são produzidas a partir de resíduos da filetagem. Esse fato, aliado ao alto custo de farinha de boa qualidade importada (produzida a partir do peixe inteiro), faz com que se busque outras fontes proteicas de origem animal que possam substituir parcialmente, ou até totalmente, a farinha de peixe e sem causar prejuízos ao desempenho animal (COELHO e CYRINO, 2006).

REVISÃO

Pirarucu *(Arapaima gigas)*

A *Arapaima gigas* (Actinopterygii: Osteoglossiformes: Arapaimatidae) é uma espécie símbolo do Brasil, endêmica da região amazônica, conhecida por ser um dos maiores peixes de água doce do mundo. Apresenta uma característica extremamente interessante que é a respiração aérea obrigatória. É uma espécie de hábito alimentar carnívoro e possui boas características biológicas e zootécnicas (GODINHO et al., 2005).

Recebe várias denominações de acordo com o país de origem, sendo que seu nome genérico tem sido tomado do vernacular *Arapaima* e o específico "*gigas"* (que significa gigante) faz menção ao seu tamanho (AYALA, 1999). No Equador e Peru recebe a denominação de paiche; na Guiana, arapaima e no Brasil, o nome mais difundido é pirarucu, palavra de origem tupi (pira = peixe; urucu = vermelha), cujo nome é atribuído a intensa coloração avermelhada na porção do conjunto da nadadeira caudal, dorsal e anal. A intensidade da coloração que apresenta tais escamas, assim como o número, varia de

acordo com o sexo e o período de reprodução (VENTURIERI e BERNARDINO, 1999).

HABITAT E BIOLOGIA

O pirarucu costuma habitar regiões de rios e lagos, especialmente em águas escuras, tranquilas e quentes da Amazônia, sendo uma espécie sedentária (AYALA, 1999; IMBIRIBA, 2001), podendo ser vista como patrimônio genético do Brasil, por sua elevada importância ecológica e econômica.

Quanto a sua anatomia, o pirarucu apresenta o corpo alongado, revestido com grandes escamas duras, espessas e ásperas. As nadadeiras peitorais são afastadas das ventrais, das dorsais e da anal, em localização posterior e próxima a caudal. Sua cabeça é achatada e ossificada, pequena em relação ao corpo, correspondendo a aproximadamente 10% do peso total (FERRARIS, 2003; SANTOS *et al.*, 2004). Além de apresentar uma língua óssea, possuí, ainda, duas placas ósseas em sua boca e uma palatina, que funcionam como verdadeiros dentes para segurar e esmagar a presa antes de a deglutir (VENTURIERI e BERNADINO, 1999).

Seu estômago é relativamente grande e apresenta o intestino curto, com cecos pilóricos, característicos dos peixes carnívoros. Sua alimentação em ambientes naturais é baseada em camarões, caranguejos e pequenos peixes, alimentando-se nos horários mais amenos do dia (amanhecer e entardecer), assim como é habito de outras espécies de água doce (ONO et al., 2004).

Apresenta coloração castanha clara a partir do 8º e 9º mês de idade, manifestando coloração avermelhada intensa na parte posterior das escamas no período reprodutivo (IMBIRIBA, 2001). Sua carne é de cor rósea, com ausência de espinhos intramusculares, sendo bastante valorizada na região amazônica, onde é comercializada com preços atrativos nos mercados externos (ONO et al., 2004).

A respiração é feita pelas brânquias para a respiração aquática e pela bexiga natatória modificada para a respiração aérea (que funciona como pulmão primitivo) para retirar o oxigênio do ar. A respiração é cerca de 70% aérea, fazendo com que o peixe adulto suba a cada 10 - 20 minutos à superfície para respirar, enquanto os jovens vêm mais frequentemente (IIAP, 2007). A grande rede de capilares sanguíneos existentes na bexiga natatória da espécie é responsável pela disseminação do oxigênio para o sangue no seu processo respiratório (ONO et al. ,2004).

Segundo Imbiriba (2001), o aparelho reprodutor do pirarucu apresenta características bastante singulares: fêmeas possuem apenas o ovário esquerdo e machos possuem as duas gônadas, mas apenas a esquerda é funcional, sendo o direito atrofiado.

CARACTERÍSTICAS ZOOTÉCNICAS

O pirarucu é a espécie de maior porte entre os peixes dulcícolas de escama do mundo. Quando adulto, pode chegar a medir três metros de comprimento e pesar até 350 kg. Contudo, é mais frequente a captura de exemplares de médio porte, pesando entre 50 e 90 kg, com 1,50 metros de comprimento (BORGHETTI e DA SILVA, 2008).

O pirarucu é uma opção a mais ao produtor rural na escolha da espécie para o cultivo tanto extensivo quanto intensivo, pois possui alto valor social e econômico, uma vez que representa importante fonte de renda para comunidades de pescadores em diversas regiões do Brasil, principalmente nas regiões Norte e Nordeste (SEBRAE, 2010).

Apesar do pirarucu em ambiente natural apresentar hábito alimentar carnívoro, na piscicultura este se adapta bem às rações comerciais, geralmente oferecidas extrusadas, para maior aproveitamento pelo peixe e redução de custos (IMBIRIBA et al., 2001). A espécie apresenta características favoráveis ao cultivo, como: alta rusticidade ao manejo, rápido crescimento (entre 8-10 kg no 1º ano) (SEBRAE, 2010), adaptabilidade à ração (TAVARES-DIAS et al., 2007) e bom rendimento de carcaça e de filé (41-57%) (OLIVEIRA, 2007). Além do que, a espécie apresenta facilidade de ser criada em altas densidades de estocagem devido a sua respiração aérea obrigatória, bem como em baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água (SCORVO FILHO et al., 2004).

No Brasil, segundo o MPA (2013), a produção de pirarucu foi de 1.263,5 toneladas em 2010, sendo 1.253,1 resultantes da pesca extrativista e apenas 10,4 toneladas provenientes da aquicultura. Esse baixo uso dessa espécie na aquicultura deve-se a escassez de conhecimento sobre o comportamento da espécie em sistemas de produção que possibilitem alavancar o seu cultivo, principalmente no que tange a informações sobre as exigências nutricionais em diferentes fases produtivas que possibilitem a formulações de rações específicas para a espécie (ONO et al., 2011), assim como a falta de pesquisas para a definição das melhores técnicas produtivas e reprodutivas, possibilitando, assim, aumentar a viabilidade e a sustentabilidade da atividade (ONO et al., 2011).

Proteína em dietas para peixes

As proteínas e seus aminoácidos atuam relevantemente em várias funções do organismo, tais como os processos de crescimento e a renovação celular (GARCIA et al., 2000). Usualmente, a exigência de proteína para o metabolismo e desenvolvimento de peixes ósseos varia entre 35-55% de proteína da ingestão na dieta total em cultivos (TRUSHENSKI et al., 2006; KAUSHIK e SEILIEZ, 2010).

A estimativa da exigência proteica para uma determinada espécie fornece base para a formulação de rações práticas, particularmente quando não há informação nutricional adicional disponível (NRC, 2011). Por ter menor necessidade de energia que os animais terrestres, os peixes exigem maior concentração de proteína na dieta para alcançar taxa máxima de crescimento, embora, em termos absolutos, haja considerável diferença nas

exigências de proteína notadas entre ambos (WILSON, 2002).

No entanto, o papel da proteína na necessidade de energia satisfatória em peixes é considerado elevado e geralmente representa a fonte de energia mais importante, particularmente em peixes carnívoros, que é em grande medida atribuível a uma ausência de regulação metabólica de aminoácidos de oxidação (COWEY e LUQUET, 1983). Isso resulta no elevado custo com ração, além de contribuir para a excreção de altos níveis de nitrogênio e fósforo no meio ambiente, intensificando o processo de eutrofização das águas (KUBITZA, 2003). A exigência proteica varia conforme vários fatores, tendo como principais a espécie (peixes carnívoros são mais exigentes que peixes herbívoros e onívoros) e a fase de vida (juvenis apresentam uma maior exigência proteica que peixes adultos).

A utilização da proteína na dieta diminui proporcionalmente na medida em que o peixe cresce, devido a redução dos processos metabólicos e de ganho energético por unidade de peso corporal. Cerca de 50 a 80% do peso seco do peixe é representado por proteína, sendo utilizada nos tecidos estruturais e de proteção (pele, ossos, ligamentos e escamas), nos tecidos moles (órgãos e músculos) e nos fluídos corporais (sangue) (LALL e ANDERSON, 2005). Os peixes necessitam de aminoácidos essenciais em proporções semelhantes as encontradas em sua composição corporal. Alcançar essa exigência proteica com boa relação custo-benefício é o grande objetivo para a formulação de rações (TRUSHENSKI et al., 2006). A definição da exigência necessária na fase de vida do peixe influencia significativamente o crescimento, o desempenho e a sobrevivência dos peixes, bem como a economia das fábricas de ração, devido ao maior custo do cultivo estar atribuído à alimentação (HASSANI et al., 2011).

As dietas desenvolvidas baseadas em proteína bruta podem apresentar valor de aminoácidos superior ou mesmo inferior a exigência dos animais, uma vez que os peixes não possuem exigência de proteína, mas sim de uma quantidade satisfatória de aminoácidos para a formação de proteína muscular e de outras proteínas do corpo (BOTARO et al., 2007). Por isso a importância de determinar a quantidade exata de inclusão da proteína em alimentos que garantam o crescimento máximo dos peixes, a fim de maximizar a sua utilização para a síntese muscular, em vez de fins energéticos (KUMAR et al., 2010). O uso da proteína digestível nos estudos de exigência proteica torna a formulação da ração ainda mais eficiente por considerar a digestibilidade dos ingredientes (GONÇALVES e CARNEIRO, 2003), consequentemente resultando na melhor utilização dos nutrientes, aumento a produtividade e rentabilidade do produto.

A deficiência em aminoácidos pode reduzir a taxa de crescimento e elevar a conversão alimentar, já o excesso, leva a conversão desta em energia, além de elevar o custo da dieta (HARDY, 2001; WILSON, 2002; LALL e ANDERSON, 2005). O nível ótimo da utilização da proteína e, consequente, melhor desempenho dos peixes, está diretamente ligado à quantidade e qualidade de proteína ofertada (GIRI et al., 2011). Por sua vez, a qualidade depende da digestibilidade e dos aminoácidos que a compõem (WEBSTER et al.,

1995). Dessa forma, as proteínas de origem animal acabam tendo uma melhor qualidade e disponibilidade nutricional em relação às fontes de origem vegetal.

Na verdade, as dietas com deficiência em um ou mais aminoácido podem diminuir a ingestão, limitar a deposição de proteína ou a retenção de aminoácidos, o que resulta em atraso de crescimento, maior catabolismo e, consequentemente, aumento da excreção de nitrogênio (TACON, 1994; WILSON, 2002; TIBALDI e KAUSHIK, 2005). Isto é de grande importância quando se avalia a substituição total ou parcial da farinha de peixe por proteína de origem vegetal, justificando, atualmente, a tendência para ajustar o perfil aminoacídico das dietas, usando uma mistura de várias fontes de proteínas (PERES e OLIVA-TELES, 2008; KAUSHIK e SEILIEZ, 2010).

Um dos ingredientes proteicos de origem animal mais utilizado é a farinha de peixe, que é oriunda de peixes inteiros (padrão internacional), assim tem o perfil de aminoácido essencial semelhante às exigências dos peixes (HARDY, 2001). Em função destes fatores, esta é considerada a fonte de proteínas e aminoácidos mais apropriada para dietas de peixe (TACON, 1994; TACON, 1995). No entanto, a mesma é um recurso limitado e de alto valor, fazendo com que tenha ocorrido nas últimas décadas a procura de alimentos proteicos alternativos para sua substituição.

Fontes proteicas de origem animal

Grandes esforços têm sido feitos para desenvolver dietas com baixo teor de farinha de peixe, usando ingredientes proteicos de origem animal e vegetal. Pois no cultivo, principalmente de peixes carnívoros, é necessário a utilização de altas concertações de proteína e a farinha de peixe é uma fonte natural limitada para suprir essa crescente demanda da piscicultura. No entanto, apesar dos progressos observados, as dietas para peixes carnívoros baseadas em fontes proteicas vegetais estão frequentemente associadas a um reduzido crescimento e baixo consumo (HARDY, 2010; KROGDAHL et al., 2010).

De fato, ingredientes proteicos de origem vegetal apresentam algumas características, tais como: alta concentração de carboidratos, deficiência em certos aminoácidos essenciais (metionina, lisina, triptofano, treonina e arginina), baixa palatabilidade e presença de fatores antinutricionais (GATLIN et al., 2007; BARROWS et al., 2008), o que limita a sua utilização em dietas para peixes carnívoros.

Dessa forma, costuma-se usar preferencialmente ingredientes de origem animal, como: a farinha de sangue, farinha de carne e de ossos e a farinha de vísceras de aves, sendo que esta última tem sido amplamente estudada como uma fonte de proteína animal alternativa em dietas para peixes devido ao seu valor proteico e por apresentar perfil de aminoácidos semelhante à farinha de peixe (RAWLES et al., 2011, TABINDA e BUTT 2012).

FARINHA DE PEIXE

A produção de farinha de peixe ao longo dos últimos 15 anos atingiu aproximadamente

7 milhões de toneladas (FAO, 2010). Ela é considerada um ingrediente “padrão” de proteína na dieta para peixes carnívoros (DREW et al., 2007). É um ingrediente altamente nutritivo, usado principalmente como fonte de proteína de alta qualidade, pois apresenta um ótimo perfil de aminoácidos, boa palatabilidade, alta digestibilidade dos nutrientes, rica fonte de energia, ácidos graxos essenciais, vitaminas e minerais (NRC, 2011).

No entanto, a composição química da farinha de peixe pode variar significativamente, dependendo da fonte de peixe utilizada para a sua produção (HERTRAMPF e PIEDADE-PASCUAL, 2001). De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, o setor da aquicultura é atualmente o maior consumidor de farinha de peixe, com uma taxa de 46% do total de ração de peixe produzido. A produção de farinha de peixe utilizada em rações tradicionais de peixes tem diminuído gradualmente devido a diminuição da pesca extrativa, que é a maior fonte da produção desta farinha.

No Brasil, a disponibilidade de farinha de peixe de boa qualidade é restrita, sendo que a maioria das farinhas disponíveis é produzida a partir de resíduos da filetagem. Este fato, aliado ao alto custo de farinha de boa qualidade importada, bem como a pressão sobre a pesca predatória, faz com que se busque reduzir sua utilização, buscando outras fontes proteicas que substituam parcialmente ou totalmente a farinha de peixe sem causar prejuízos ao desempenho animal (COELHO e CYRINO, 2006).

FARINHA DE CARNE E DE OSSOS

A farinha de carne e ossos (FCO) é um subproduto animal derivado de restos de matadouros, fabricado mundialmente e com uma disponibilidade estável (COUTAND et al., 2008). Em comparação com os ingredientes vegetais, a FCO tem várias vantagens, incluindo um elevado teor de proteínas, com um perfil de aminoácidos bem equilibrado e boa fonte de minerais digestíveis, principalmente fósforo e cálcio, e fatores antinutricionais desconhecidos (SULOMA et al., 2013). Entretanto, o alto teor de alguns minerais como cálcio e fósforo (devido a presença de ossos e outras matérias inorgânicas) podem limitar a absorção de determinados nutrientes, causando maiores inconvenientes, podendo limitar seu uso em dietas de peixes (BUREAU et al., 1999).

A FCO apresenta também bons valores de digestibilidade, demonstrada em algumas espécies de peixes (BUREAU et al., 1999). Mas seu valor nutritivo é altamente dependente do frescor, qualidade das matérias-primas e das tecnologias utilizadas no processamento (KURESHY et al., 2000). Além disso, o efeito nocivo do calor excessivo aplicado a FCO pode comprometer ainda mais a biodisponibilidade das suas proteínas e aminoácidos.

FARINHA DE VÍSCERAS DE AVES

A farinha de vísceras de aves (FVA) é um dos subprodutos do processamento da

avicultura e é produzida processando as partes não comestíveis das carcaças (SENKOYLU et al., 2005), vísceras e sangue. Esses produtos residuais são convertidos em FVA e são utilizados em muitos países como fonte de proteína em dietas para monogástricos (AIMIUWU e LILBURN, 2006).

Entre os ingredientes proteicos utilizados como substitutos da farinha de peixe, a FVA é considerada excelente por seu alto teor proteico e sua digestibilidade, apresentando perfil de aminoácidos e fósforo disponível, comparável à farinha de peixe (PORTZ e CYRINO, 2004; METTS et al., 2011).

O potencial da FVA para substituição em diversos níveis da farinha de peixe foi avaliado em uma gama de espécies de peixes carnívoros, como o “grouper humpback” (SHAPAWI et al., 2007), “sunshine bass” (RAWLES et al., 2011) “japanese seabass” (Hu *et al.,* 2013) “spotted rose snapper” (HERNANDEZ et al., 2014), “lubina japonesa” (WANG *et al.,* 2015) e “largemouth Bass” (REN et al., 2017).

CONSIDERAÇÕES

Com o crescimento da população mundial, o aumento na produção de alimentos vem crescendo cada vez mais e a piscicultura vem se destacando neste setor. A proteína de peixe é considerada uma das melhores proteínas para a alimentação do homem, e para que possamos ter um pescado de qualidade é fundamental o conhecimento e aprimoramento da produção de peixes nativos.

O cultivo do pirarucu em sistemas que utilizam viveiros escavados, ou tanques-rede, pode ser considerada recente no Brasil, tendo alguns exemplos de sucesso tanto na região de origem (Amazônica) quanto em áreas consideradas preferenciais como o Nordeste. Entretanto, existem alguns entraves na cadeia produtiva do pirarucu que dificultam o crescimento da produção, a exemplo de informações sobre a nutrição e alimentação em diferentes fases de vida do peixe.

Desta forma, a nutrição é a base para a lucratividade de uma piscigranja que cultiva espécies de peixes nativos, sendo necessário conhecimento dos alimentos e subprodutos utilizados para fabricação da ração, manejo alimentar e particularidades de cada espécie para o desempenho satisfatório, fazendo com que ocorra uma produção com baixo custo. Ainda há necessidade de aprofundar os conhecimentos sobre a digestibilidade das frações proteicas e da energia dos diversos alimentos incluídos na alimentação do pirarucu. Os níveis proteicos e energéticos exigidos pela espécie também devem ser mais bem esclarecidos, pois não há concordância entre os resultados de pesquisas nas diferentes fases de vida.

REFERÊNCIAS

AIMIUWU, O. C.; LILBURN, M. S. Protein quality of poultry by-product meal manufactured from whole fowl co-extruded with corn or wheat. **Poultry Science**, v. 85, n. 7, p. 1193-1199, 2006.

AYALA, C. L. Manual de piscicultura del paiche (*Arapaima gigas,* Cuvier). Tratado de Cooperacion Amazonica, Secretaria pro Tempore. Caracas, Venezuela, 1999.

BARROWS, F.T., BELLIS, D., KROGDAHL, Å., SILVERSTEIN, J.T., HERMAN, E.M., SEALEY, W.M., RUST, M.B., GATLIN, D.M.. Report of the plant products in aquafeed strategic planning workshop: an integrated, interdisciplinary research roadmap for increasing utilization of plant feedstuffs in diets for carnivorous fish. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, v. 16, p. 449-455, 2008.

BORGHETTI, J. R.; Da SILVA, U. A. T. Principais sistemas produtivos empregados comercialmente. In: Ostrensky, A.; Borghetti J.R.; Soto, D. **Aquicultura no Brasil, o desafio é crescer.** Brasília: Secretaria especial de aquicultura e pesca, 2008.

BOTARO, D.; FURUYA, W. M.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, L. D. dos; SILVA, T. S. C.; SANTOS, V. G. Redução da proteína em dietas para a tilápia-do-nilo (*oreochromis niloticus*), criada em tanques-rede, pela suplementação de aminoácidos com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n.3, p. 517-525, 2007.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C. Stress responses of pirarucu (*Arapaima gigas*) during routine aquaculture practices. **Acta Amaz**ônica**,** v. 36, n 3, p. 349-356, 2006.

BUREAU, D.P., HARRIS, A.M., CHO, C.Y., Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 180, p. 345–358, 1999.

COELHO, S. R. C.; CYRINO, J. E. P. Custos na produção intensiva de surubins em gaiolas. **Informações Econômicas**, v. 36, n 4, 2006.

COUTAND, M., CYR, M., DEYDIER, E., GUILET, R., CLASTRES, P. Characteristics of industrial and laboratory meat and bone meal ashes and their potential applications. **Journal of Hazardous Materials,** v. 150, p. 522-532, 2008

COWEY, C. B.; LUQUET, P. Phisiological basis of protein requerimento of fishes. Critical analyses of allowances. In Arnal, M., R. Pion, & D. Bonin, (Ed**). Protein metabolismo and nutrition**. Clermount – Ferrand: INRA, 1983, p. 364-384.

CRESCÊNCIO, R.; ITASSÚ, D. R.; ROUBACH, R.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B. A.; GANDRA, A. L. Influence of feeding period on consumption and weight gain of pirarucu. **Pesquisa agropecuaria brasileira**. v. 40, n 12, p. 1217-1222, 2005.

DREW, M. D.; BORGESON, T. L.; THIESSEN, D. L. A review of processing of feed ingredients to enhance diet digestibility in finfish. **Animal Feed Science and Technology**, v 138, p. 118–136, 2007.

FAO (Food and Agriculture Organization), Fisheries and Aquaculture Department. The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome, 2016, 223p,

FERRARIS, C. J. Arapaimatidae (Bodytongues). *In:* Reis, R.E.; Kullander, S.O.; Ferraris, C.J. **Checklist of the freshwater fishes of South and Central America.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003, 31p.

FONTENELE, O. **Contribuição ao conhecimento do pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) em cativeiro (Actinopiterygii, Osteoglossidae).** Fortaleza: DENOCS. 1955, 250p.

GARCIA, G.; HIGUERA, M.; SANZ, A. Protein nutrition in fish: protein/energy ratio and alternative protein sources to fish meal. **Journal of Physiology and Biochemistry**, v 56, p. 275-282, 2000.

GATLIN D. M. Review of red drum nutrition. *In*: LIM, C. M. e SESSA, D. J. **Nutrition and UtilizationTechnology in Aquaculture.** Champaign: AOCS Press, 1995, p. 41-49.

GATLIN III, D. M.; GATLIN, D. M.; BARROWS, F. T.; BROWN, P.; DABROWSKI, K.; GAYLORD, T. G.; HARDY, R. W.; HERMAN, E.; HU, G.; KROGDAHL, A.; NELSON, R., OVERTURF, K., RUST, M., SEALEY, W., SKONBERG, D., J SOUZA, E., STONE, D.; WILSON, R..; WURTELE, E. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, v. 38, p. 551-579, 2007.

GIRI, S. S.; SAHOO, S. K.; PAUL, B. N.; MOHANTY, S. N.; SAHU, A. K. Effects of dietary protein levels on growth, feed utilization and carcass composition of endangered bagrid catfish Horabagrus brachysoma (Gunther 1864) fingerlings. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v.17, p. 332-337, 2011.

GODINHO, H. P; SANTOS, J. E; FORMAGIO, P. S; GUIMARÃES-CRUZ, R. J. Gonadal morphology and reproductive traits of the Amazonian fish Arapaima gigas (Schinz, 1822). **Acta Zoológica**, v. 86, p. 289-294. 2005.

GONÇALVES, E. G.; CARNEIRO, D. J. Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (Pseudoplatystoma coruscans**). Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n 4, p. 779, 2003.

HARDY, R. W. Nutritional Deficiencies in Commercial Aquaculture: Likelihood, Onset, and Identification. In: LIM, C.; WEBSTER, C.D. **Nutrition and fish health.** p. 131-147, 2001.

HARDY, R. W. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. **Aquaculture Research**, v. 41, p. 770-776, 2010.

HASSANI, M. H. S.; MOHSENI, M.; HOSSENI, M. R.; SADATI, M. H. Y.; POURKAZEMI, M. The Effect of various levels of dietary protein and lipid on growth and body composition of Acipenser persicus fingerlings. **Journal of Applied Ichthyology,** v. 27, p. 737–742, 2011.

HERNÁNDEZ C, OSUNA L, HERNANDEZ A B, SANCHEZ GY, GONZÁLEZ RB AND DOMINGUEZ JP. Replacement of fish meal by poultry by-product, edible meal, in diets for juvenile spotted rose snapper (*Lutjanus guttatus*). **Latin American Journal of Aquatic Research**, v 42, p. 111-120, 2014.

HERTRAMPF, J. W.; PIEDAD-PASCUAL, F. **Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds**. Dordrecht-Boston-London: Kluwer Academic Publishers, 2001.

HU L, YUN B, XUE M, WANG J, WU X, ZHENG Y. AND HAN F. Effects of fish meal quality and fish meal substitution by animal protein blend on growth performance, flesh quality and liver histology of Japanese seabass (*Lateolabrax japonicus*). **Aquaculture**, v. 375, p. 52–61, 2013.

IIAP - Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Aspecto de manejo, reproducción y alimentación del paiche (*Arapaima gigas*) en la Amazonia Peruana. *Biodamaz,* Iquitos, Perú. Documento técnico Nº 8, 31p., 2007.

IMBIRIBA, E. P. Potencial da criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. **Acta Amazônica,** v. 31, n 2, p. 299-316, 2001.

KAUSHIK, S. J.; SEILIEZ, I. Protein and amino acid nutrition and metabolism in fish: current knowledge and future needs. **Aquaculture Research,** v 41, p. 322-332, 2010.

KROGDAHL, A., PENN, M., THORSEN, J., REFSTIE, S., BAKKE, A.M. Important antinutrients in plant feedstuffs for aquaculture: an update on recent findings regarding responses in salmonids. **Aquaculture Research**, v. 41, p. 333-344, 2010.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. Jundiaí: Kubitza, 2003, 229p.

KUMAR, V.; SAHU, N.; PAL, A.; KUMAR, S.; SINHA, A.; RANJAN, J.; BARUAH, K. Modulation of key enzymes of glycolysis, gluconeogenesis, amino acid catabolism, and TCA cycle of the tropical freshwater fish Labeo rohita fed gelatinized and non-gelatinized starch diet. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 36, p. 491-499, 2010.

KURESHY, N., DAVIS, D.A., ARNOLD, C.R. Partial replacement of fish meal with meat-and-bone meal, flash-dried poultry by-product meal, and enzyme-digested poultry by-product meal in practical diets for juvenile red drum. **North American Journal of Aquaculture**, v. 62, p. 266-272, 2000.

LALL, S. P.; ANDERSON, S. Amino acid nutrition of salmonids: Dietary requirements and bioavailablity. **Cahiers Options Méditerranéennes,** v. 63, p.73-90, 2005.

MPA - MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura - 2011. Brasília, 2013, 60p,

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington DC: National academy press, 2011, p. 57-101.

OLIVEIRA, P. R. **Qualidade do pirarucu (Arapaima gigas, Schinz, 1822) procedente de piscicultura, estocado em gelo, congelado e de seus produtos derivados.** 2007. 130p. Dissertação de doutorado - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2007.

ONO, E. A. A produção de pirarucu no Brasil: uma visão geral. **Panorama da Aquicultura, v.** 21 n 123, p. 40-45, 2011.

ONO, E. A.; HALVERSON, M. R.; KUBITZA, F. Pirarucu. O gigante esquecido**. Revista Panorama da Aquicultura**, v. 14, n 81, p. 14-25, 2004.

PERES, H.; OLIVA-TELES, A. Lysine requirement and efficiency of lysine utilization in turbot (*Scophthalmus maximus*) juveniles. **Aquaculture.** v. 275, p. 283-290, 2008.

PORTZ, L.; J. E. P. CYRINO. Digestibility of nutrients and amino acids of different protein sources in practical diets by largemouth bass *Micropterus salmoides* (Lacepéde, 1802). **Aquaculture Research**, v. 35, p. 312–320, 2004.

RAWLES S. D., THOMPSON K. R., BRADY Y. J., METTS L. S., AKSOY M. Y., GANNAM A. L., TWIBELL R. G., OSTRAND S.; WEBSTER C. D. Effects of replacing fish meal with poultry by-product meal and soybean meal and reducted protein level on the performance and immune status of pond-grown sunshine bass (*Morone chrysops · M. saxatilis*). **Aquaculture Nutrition**, v. 17, p. 708-721, 2011.

REN, X., WANG, Y., CHEN, J.-M., WU, Y.-B., HUANG, D., JIANG, D.-L. AND LI, P. Replacement of Fishmeal with a Blend of Poultry Byproduct Meal and Soybean Meal in Diets for Largemouth Bass, *Micropterus salmoides*. **Journal world aquaculture society**, 2017. doi:10.1111/jwas.12415.

SANTOS, G. M. dos; MÉRONA, B. de; JURAS, A. A.; JÉGU, M.. **Peixes do baixo rio Tocantins: 20 anos depois da usina hidrelétrica Tucuruí.** Brasília: Eletronorte, 2004, 216 p.

SCORVO FILHO, J. D.; ROJAS, N. E. T.; SILVA, C. M.; KONOIKE, T. Rearing of *Arapaima gigas* (Teleostei, Osteoglossidae) in hothouse and closed water circulation system in State of São Paulo, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 30, p. 161-170, 2004.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Produção e cultivo do pirarucu em cativeiro. Projeto estruturante do Pirarucu da Amazônia. Porto velho, 42 p, 2010.

SENKOYLU, N.; SAMLI, H. E.; AKYUREK, H.; AGMA, A.; YASAR, S. Performance and egg characteristics of laying hens fed diets incorporated with poultry by-product and feather meals. **Journal of Applied Poultry Research,** v. 14, p. 542-547, 2005.

SHAPAWI, R., NG, W.-K., MUSTAFA, S. Replacement of fish meal with poultry byproduct meal in diets formulated for the humpback grouper, *Cromileptes altivelis.* **Aquaculture**, v. 273, p. 118–126, 2007.

SULOMA, A., MABROKE, R. S., EL-HAROUN, E. R. Meat and bone meal as a potential source of phosphorus in plant-protein-based diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture International**, v. 21, p. 375-385, 2013.

TABINDA A. B.; BUTT A. Replacement of fish meal with pbm meal (Chicken intestine) as a protein source in carp (*grass carp*) fry diet. **Pakistan Journal Zoological**, v. 44, p. 1373-1381, 2012.

TACON, A. G. J. Feed ingredient for carnivorous fish species: Alternatives to fishmeal and other fishery rescues. FAO Fisheries Circular, Nº. 856, 64p., 1994.

TACON, A. G. J. Feed ingredients for carnivorous fish species: alternatives to fishmeal and other fishery resources. *In:* **Anonymous Sustainable fish farming**, Rotterdam, Netherlands: A.A. Balkema, 1995, p. 89-114.

TAVARES-DIAS, M.; BARCELLOS, J. F. M.; MARCON, J. L; MENEZES, G. C.; ONO, E. A.; Affonso, E.G. **Hematological and biochemical parameters for the pirarucu *Arapaima gigas,* Schinz, 1822 (Osteoglossiformes, Arapaimidae) in net cage culture**, 2007.

TIBALDI, E.; KAUSHIK, S. J. Amino acid requirements of Mediterranean fish species. **Cahiers Options Méditerranénes**. v. 63, p. 59-65, 2005.

TRUSHENSKI, J.; KASPER, C.; KOHLER, C. Challenges and opportunities in finfish nutrition. **North American Journal of Aquaculture**, v. 68, p. 122-140, 2006.

VENTURIERI, R.; BERNARDINO, G. Pirarucu. Espécie ameaçada pode ser salva através do cultivo. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 53, mai./jun., p. 13-21, 1999.

WANG, Y.; WANG, F.; JI, W. X.; HAN, H.; LI, P. Optimizing dietary protein sources for Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*) with an emphasis on using poultry by-product meal to substitute fish meal. **Aquaculture Research**, v. 46, p. 874–883, 2015.

WEBSTER, C. D.; TIU, L. G.; TIDWELL, J. H.; VAN WYK, P.; HOWERTON, R. D. Effects of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of sunshine bass (*Morone chrysops x M. saxatilis*) reared in cages. **Aquaculture,** v. 131, p. 291-301, 1995.

WILSON, R. P. Amino acids and Proteins. In: J.E. Halver and R.W. Hardy (eds.). **Fish Nutrition.** 3rd edition. London: Academic Press, 2002, p. 143-179.

CAPÍTULO 6

CARACTERÍSTICAS Y RENDIMIENTO DE LA CANAL DE CAPONCITOS CAPRINOS EN UN SISTEMA DE ENGORDE A CORRAL CON DISTINTAS FUENTES PROTEICAS REGIONALES EN LA RACIÓN

Data de aceite: 01/04/2022

Elsa Patricia Chagra Dib
INTA EEA Salta, Cerrillos, Salta – Argentina
Proyecto FONTAGRO ATN/RF-16112-RG Gran Chaco REDLAC-PROADAPT

Hector Daniel Leguiza
INTA EEA Salta, Cerrillos, Salta – Argentina
Proyecto FONTAGRO ATN/RF-16112-RG Gran Chaco REDLAC-PROADAPT

Carlos Gustavo Cabrera
INTA EEA Salta, Cerrillos, Salta – Argentina
Proyecto FONTAGRO ATN/RF-16112-RG Gran Chaco REDLAC-PROADAPT

Graciela Romero
INTA EEA Salta, Cerrillos, Salta – Argentina
Proyecto FONTAGRO ATN/RF-16112-RG Gran Chaco REDLAC-PROADAPT

Tomás Aníbal Vera
INTA IPAF NOA, Maimará, Jujuy - Argentina
Proyecto FONTAGRO ATN/RF-16112-RG Gran Chaco REDLAC-PROADAPT

Hector Luís Rivera
Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias -Universidad Católica de Salta, Salta - Argentina

Julieta Fernández Madero
Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias -Universidad Católica de Salta, Salta - Argentina

Mónica Daniela Sleiman
Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias -Universidad Católica de Salta, Salta - Argentina

Malvina Tolaba
Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias -Universidad Católica de Salta, Salta - Argentina

RESUMEN: El objetivo del trabajo fue evaluar las características y el rendimiento de res de caponcitos caprinos, utilizando como fuentes proteicas dos tipos de poroto descarte y pellet de soja. Se trabajó con 18 machos castrados de 5 meses de edad, con un peso inicial promedio de 17 Kg, los que se asignaron al azar a tres tratamientos, durante 120 días. Las mediciones de las ganancias de peso, características de la canal se determinaron de manera individual para evaluar si existían diferencias de acuerdo a la ración. Una vez finalizado el período de muestreo de 120 días se procedió a la faena de los animales para medir las características y rendimiento de la canal. Se encontró diferencias significativas en algunas de las variables medidas en las características de la canal, mientras que no hubo diferencia en los valores de rendimiento de la misma. Todos los valores encontrados estuvieron dentro de las medias esperadas para esta categoría, con la posibilidad de una buena comercialización de las mismas.

PALABRAS CLAVE: Caprinos, rendimiento y composición de canal.

CHARACTERISTICS AND YIELD CARCASS OF YOUNG GOAT MALE CASTRATED IN A FATTENING WITH DIFFERENT REGIONAL PROTEIN SOURCES IN THE RATION

ABSTRACT: Characteristics and yield carcass of Anglo Nubian young castrated male were evaluated, comparing the inclusion of two types of Phaselus vulgaris and soya pellet. The animals were randomly distributed in six pens and three treatments of 18 animals each, with a initial mean weight of 17,4 ± 1,3 kg . In all, 0.820 g / day / oats hay animal was given as fibrous forage ,while the supplement varied: T1: white bean 0.360 g / day / animal + corn grain 0.240 g / day / animal; T2: black Bean 0.280 g / day / animal + corn grain 0.250 g / day / animal; T3: soybean pellet 0,180 g / day / animal + corn grain 0,250 g / day / animal. The trial had a period of 14 days of habituation and 120 days of sampling. Once of last was completed, all the animals were slaughtered to measure the characteristics and performance of the carcass, to assess whether there were differences according to treatments in each. Significant differences were found in the variables weight of hot and cold carcass, while the rest was similar. No significant differences were found in any of the variables evaluated in terms of performance of carcass, showing the same within the reference values for that category 43% to 57% with the possibility of a very good commercialization.
KEYWORDS: Goats, yield and channel composition

INTRODUCCIÓN

La producción caprina, en la República Argentina, está orientada al cabrito lechal, faenándose los mismos, a una edad entre los 35 a 45 días, con un peso vivo aproximado de 7 a 9 kg. En general, no está generalizada la utilización de otras categorías para la venta, ni existe suficiente formación en relación a la producción y valoración de otras canales (Dayenoff, 2008).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el engorde a corral de caponcitos caprinos como categoría no tradicional, utilizando como fuentes proteicas dos tipos de poroto descarte y pellet de soja.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en la provincia de Salta, Argentina. Se utilizaron 18 caponcitos Anglo Nubián, con un peso promedio inicial de 17,8 ± 0,9 kg con 5 meses de edad, los que se distribuyeron al azar en tres tratamientos tres tratamientos, durante 120 días. En todos ellos se dio como forraje fibroso 0,820 kg/día/animal de heno de avena y se adicionó Núcleo Vitamínico Mineral 15 g/día/animal mientras que el suplemento varió: **T1**: Poroto Blanco 0,360 kg/día/animal + Maíz grano 0,240 kg/día/animal; **T2**: Poroto Negro 0,280 kg/día/animal + Maíz grano 0,250 kg/día/animal; **T3**: pellet de soja 0,180 kg/día/animal + Maíz grano 0,250 kg/día/animal Durante el ensayo se registró el peso vivo individual, a la mañana antes del suministro de alimento, tres veces por semana. Previo al sacrificio, tuvieron 24 horas de ayuno. En la faena, se midió el Peso Vivo Sacrificio

(PVS), luego del desangrado, desollado, eviscerado y retirada la cabeza y parte de las extremidades, se registró peso canal caliente (PCC), permaneciendo en oreo durante 12 h a 15°C. Posteriormente pasaron a cámara frigorífica a 4°C. A las 24 h de faena se registró peso canal fría (PCF). Se tomaron los pesos de la grasa omental, vísceras verdes (estomago, intestino delgado, intestino grueso) y vísceras rojas (corazón, hígado, pulmón + tráquea y bazo). Rendimiento matadero (RM): PCC/PVS*100 y Rendimiento comercial (RC): PCF/ PVS*100. Los datos se analizaron con un diseño completamente aleatorizado (DCA), con un nivel de significancia del 5% mediante el procedimiento General de Modelos Lineales de SAS (9.2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de la Canal	***T1***	***T2***	***T3***	***EEM***	***EFECTO***
Cobertura de la Riñonada %	0,65	0,68	0,81	0,040	NS
PCC (kg)	13,17 A	13,85AB	14,45B	0,60	*
PCF (kg)	12,54 A	13,32 AB	14,15 B	0,32	*
Grasa omental (kg)	0,61	0,59	0,68	0,010	NS
Estomago (kg)	2,98	2,20	2,27	0,69	NS
Intestino delgado (kg)	0,62	0,48	0,53	0,04	NS
Intestino grueso (kg)	2,46	2,20	2,27	0,031	NS
Corazón (kg)	0,120	0,127	0,138	0,0005	NS
Hígado (kg)	0,580	0,540	0,560	0,006	NS
Pulmón y tráquea (kg)	0,51	0,55	0,59	0,012	NS
Bazo (kg)	0,056	0,059	0,065	0,002	NS EEM: error estándar de la media. Efecto: * significativo, NS no significativo (p<0,05).

Cuadro N° 1. Características de la Canal.

EEM: error estándar de la media. Efecto: * significativo, NS no significativo (p<0,05).

Figura 1. Cobertura de la riñonada en canal de caponcito de 9 meses de edad a la faena.

En el cuadro1, se observa que hubo diferencias significativas en las variables PCC y PCF, mientras que el resto fue similar. La cobertura de la riñonada se asemejó a las encontradas en capones criollos y cruzas en sistemas extensivos y semi intensivos (Dayenoff, 2008; Zimerman, 2012; Ricarte et al. 2009 y Gonzales et al. 2009).

Morand-Fehr et al. (1986), Devendra y Owen (1983) encuentran que la canal de cabritos se caracteriza por poseer muy poca grasa subcutánea y mayor cantidad de grasa renal y pélvica, comparada con las canales de corderos.

	T1	***T2***	***T3***	***EEM***	***Efecto***
Peso Vivo al sacrificio (Kg)	28,73 A	30,47 B	31,84 B	1,34	NS
Rto Matadero (%)	45,80	45,40	45,39	0,45	NS
Rto Comercial (%)	43,53	43,78	44,60	1,25	NS

Cuadro N° 2 Rendimiento de la canal.

EEM: error estándar de la media. Efecto: NS no significativo (p<0,05).

Los valores de rendimiento de la canal se encontraron dentro de los valores de referencia para estas reses caprinas 43% al 57%, siendo más alto en cabritos lechales en relación a otras categorías (Garriz et al. 1994; Leguiza et al. 2001; Ricarte et al. 2009; Sanz Sampelayo, 1985; Selaive-Villarroel, A. et al. 2007; Sleiman, 2017; Gonzalez ,2009.).

Figura 2. Cuartos traseros de caponcitos engordados con raciones que contenían poroto negro (izquierda), poroto blanco (Centro) y pellet de soja (derecha).

CONCLUSIONES

El rendimiento y las características de la res manifestaron comportamientos similares en las raciones de poroto negro y pellet de soja.

Todos los valores encontrados estuvieron dentro de las medias esperadas para la categoría caprina estudiada, con la posibilidad de una buena comercialización de las mismas.

Los resultados obtenidos en el presente estudio contribuyen a la necesidad de aumentar la producción de carne caprina y a la tipificación de las mismas, a fin de promocionar el consumo y comercialización de estos productos alternativos para la diversificación de la oferta cárnica de Argentina.

REFERENCIAS

Dayenoff, P. **Perspectiva de la producción de carne caprina en Argentina**. V Congreso FEINCO. Universidad de San Pablo. San Pablo. Brasil. SM. 2008.

Devendra, C.; J. Owen. **Aspectos cualitativos de la producción de carne de ganado caprino**. Rev. Mund. Zootec., 47: 19-29. 1983.

Garriz, C; Gallinger, M. y P. Dayenoff, 1994. **Evaluación de la calidad de res en cabritos criollos**. Revista Argentina de producción Animal. 14 (supl1): 146.1994.

González, M. F.; Quinteros Dupras, M. J.; Pivotto, R.; Herrera, V. G. **Categoría no tradicional de consumo de carne caprina. Rendimiento, composición regional y composición Tisular.** Actas del VI Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos. (ALEPRyCS). Querétaro, México. 8 al 12 de septiembre. 2009.

Leguiza, H.D.; Chagra Dib, E.P. y T.A. Vera. **Factores que inciden en el rendimiento de la canal de cabritos criollos, en un sistema extensivo de producción en La Rioja. Argentina**. XVII Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Acta XVII Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal: 1706-1708. 2001.

Morand-Fehr, P.; Bas, P.; Schmidely, J.; Hervieu. **Factors influencing kids carcass quality and particularly fattening score.** 11° J. Rech. Ovine et caprine. INRA. 236-252. 1986.

Ricarte, A.; Vera, T.; Domingo, E; Díaz, R.; González, F.; Quinteros, J.; Carduza, F.; Irurueta, M. y G. Grigioni. **Características de la canal y de la carne de cabritos criollos y sus cruzas x Boer, bajo pastoreo extensivo, en los Llanos de la Rioja, Argentina**. Actas del VI Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos. (ALEPRyCS). Querétaro, México. 8 al 12 de septiembre. 2009.

SAS Institute Inc. 2008. SAS/STAT Guide for Personal Computers, Versión 9.2, Cary, NC, USA.

Sanz Sampelayo. **Calidad de la canal y de la carne de los pequeños rumiantes. Análisis de la canal caprina como prototipo - factores nutritivos que determinan su calidad**. Anales INIA. Serie ganadera. 22: 59-73. 1985.

Selaive-Villarroel, A.; Sañudo, C.; Olleta, J. L.; Oliveira, A. y I. Cilla. **Características de la canal de caprinos mestizos para carne criados a pasto con terminación en confinamiento en el nordeste del Brasil**. SEOC Calidad de los productos: 94-95. 200.

Sleiman, M.; Fernández Madero, J; Chagra Dib, E. P.; Leguiza, H. D; Moreno, K.; Grigioni, G.M.; Setti, W.; Rivera, H.; Grossberguer, G.; Galián, O.; Laureano, S. y M. Tolaba. **Evaluación de la composición de la canal y calidad de carne de cabritos machitos enteros y castrados en un sistema de engorde a corral en un establecimiento del Valle de Lerma, Salta**. XIX Reunión Nacional e Internacional sobre Caprinocultura. Facultad de Estudios Superiores (FES-Cuautitlán), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Autónoma de Nueva León (UANL), Universidad Autónoma Benito Juárez (UABJ) e International goat Association (IGA). 2017**.**

Zimerman, M. 2012. **Factores pre-faena causantes de estrés, su incidencia en el bienestar animal y en la calidad de la carne de chivitos Criollos Neuquinos y corderos Merino**. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Comahue. 244 p

CAPÍTULO 7

VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE ADITIVADA COM DDG E WDG

Data de aceite: 01/04/2022

Valmor Joaquim de Oliveira Neto
Universidade Federal de Mato Grosso

Isadora Cruz Amorim
Universidade Federal de Mato Grosso

Mario Matsuda Neto
Universidade Federal de Mato Grosso

Danielly dos Santos Sousa
Universidade Federal de Mato Grosso

Maria Julia Barcelos Martins
Universidade Federal de Mato Grosso

Elder Rodrigo Carvalho de Queiroz
Universidade Federal de Mato Grosso

Amanda Danielly Dias Almeida
Universidade Federal de Mato Grosso

Felipe Torquato de Campos
Universidade Federal de Mato Grosso

Pedro Henrique Loureiro Dias
Universidade Federal de Mato Grosso

Eduardo Pereira Borges Neto
Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO: A ensilagem é uma forma de conservar a qualidade da forragem de capim-elefante para que possa vir a ser utilizado na alimentação dos animais no período de escassez hídrica. Objetivou-se avaliar o valor nutritivo da silagem de capim-elefante aditivada com diferentes níveis de DDG e WDG. Nos dois experimentos, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com seis e sete tratamentos, respectivamente, e com quatro repetições. No primeiro experimento, os seis tratamentos foram os níveis de 0; 5; 10; 15, 20 e 30% de DDG. No segundo experimento, os seis tratamentos foram 0; 5; 10; 15; 20 e 30% de WDG. Foram avaliados os teores de matéria seca (MS), material mineral (MM) e proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), FDN isenta de cinzas e de proteínas (FDNcp), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e ácido (PIDA), estimativas dos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) e a energia líquida de lactação (ELL) das silagens. Houve aumento nos teores de MS nas silagens com adição de DDG e WDG aumentando a concentração de nutrientes na massa ensilada. Ambos os aditivos reduziram os teores de FDA, FDN e FDNcp; e também aumentaram o teor de PB, sendo que o DDG foi mais eficiente em incrementar o teor de PB. Observou que o incremento de DDG reduziu o teor de PIDA. Os aditivos comprovaram melhora nos valores nutritivos da silagem de capim-elefante, sendo o DDG o que obteve melhores resultados.

PALAVRAS-CHAVE: Fibra em detergente neutro, proteína bruta, proteína insolúvel em detergente ácido

ABSTRACT: Ensiling is a way of preserving the quality of elephant grass forage so that it can be used to feed animals during periods of water scarcity. The objective was to evaluate the nutritional value of elephant grass silage with different levels of DDG and WDG. In both

experiments, a completely randomized design was used with six and seven treatments, respectively, and with four replications. In the first experiment, the six treatments were levels 0; 5; 10; 15, 20 and 30% DDG. In the second experiment, the six treatments were 0; 5; 10; 15; 20 and 30% WDG. The contents of dry matter (DM), mineral material (MM) and crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid fiber (ADF), ash and protein-free NDF (cDND), insoluble protein in neutral detergent (PIDN) and acid (PIDA), estimates of total digestible nutrients (NDT) and net lactation energy (ELL) of silages. There was an increase in the DM contents in the silages with the addition of DDG and WDG, increasing the concentration of nutrients in the ensiled mass. Both additives reduced the levels of ADF, NDF and NDFcp; and also increased the CP content, and the DDG was more efficient in increasing the CP content. It was observed that increasing DDG reduced the PIDA content. The additives proved to improve the nutritional values of elephant grass silage, with DDG being the one that obtained the best results.
KEYWORDS: Neutral detergent fiber, crude protein, acid detergent insoluble protein

1 I INTRODUÇÃO

Devido a sazonalidade de produção de forragem no Brasil, é necessário a busca por alternativas alimentares que possam complementar a dieta fornecida aos ruminantes nos períodos de escassez de alimentos. Dentre as alternativas que existem para conservação da forragem, a ensilagem tem melhor custo benefício ao produtor rural.

A silagem de capim elefante é indicada para suplementação por ter alta produção de matéria seca e um bom valor nutritivo. Entretanto, o alto teor de umidade no momento ideal para o corte, baixo teor de carboidratos solúveis e ainda alta capacidade tampão das gramíneas em geral, são fatores que inibem o adequado processo fermentativo, dificultando a confecção de silagens de boa qualidade (McDonald, 1981; Lavezzo, 1985).

Com a finalidade de melhorar o processo de fermentação e a qualidade da silagem de gramíneas tropicais, vários aditivos têm sido testados. Dentre estes, os aditivos absorventes, caracterizados por reduzir ou eliminar a produção de efluente do silo podem assumir um importante papel na confecção de silagens de gramíneas com alta umidade, além destes aditivos poderem promover a melhora nutritiva do alimento a ser fornecido aos animais (Wilkinson, 1998).

Com o intuito de melhorar esse aspecto, os tratamentos foram aditivados com os coprodutos da produção de etanol, a partir da fermentação de grão de milho DDG (*Dried Distillers Grains* - Grãos Secos de Destilaria) e WDG (*Wet Distillers Grains - Grãos* Úmidos de Destilaria). Estes resíduos já são utilizados para alimentação de animais como, bovinos, suínos e frangos na forma de concentrados.

O WDG tem elevado teor de umidade e por esse motivo não tem uma longevidade quando comparado ao DDG que é seco, sendo assim, a ensilagem do DDG com capim-elefante pode ser uma alternativa para conservar por um período maior.

Objetivou-se avaliar o valor nutritivo da silagem de capim-elefante aditivada com

DDG e WDG.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

Segundo Rodrigues et al. (2001), o capim elefante é originário do continente africano, mais especificamente da África tropical, entre 10ºN e 20ºS de latitude, tendo sido descoberto em 1905 pelo coronel Napier. Espalhou-se por toda África e foi introduzido no Brasil por volta de 1920, vindo de Cuba. Hoje, encontra-se difundido nas cinco regiões brasileiras.

Como uma forma de suprir as necessidade de suplementação dos animais na seca a utilização da silagem de capim elefante se torna viável. Entre as forrageiras utilizadas com esta finalidade, o capim-elefante tem se destacado em diversas pesquisas realizadas no País (Bernardino et al., 2005; Carvalho et al., 2007a), principalmente por apresentar elevada produção de matéria seca (Andrade & Lavezzo, 1998).

Para Pires et al (2009), a utilização de silagens de gramíneas forrageiras tropicais tornou-se prática cada vez mais comum na alimentação de ruminantes. Dentre as mais utilizadas, o capim-elefante destaca-se por apresentar grande quantidade de matéria seca produzida por área, quando comparado com as demais espécies. Além disso, trata-se de uma planta perene e com valor nutritivo, o que evita gastos anuais de implantação da cultura (REZENDE et al., 2002).

Segundo BERNARDINO et al. (2005), com uso de casca de café em 10 a 40 % de da mistura é possível atingir teores de proteína entre 9,2 a 9,6%, com aumento da inclusão da casca de café teve-se redução linear na FDN e a FDA não foi influenciada pela inclusão.

Neste sentido, diversos autores têm buscado alternativas para aumentar o teor de carboidratos solúveis na massa ensilada de capim-elefante e melhorar seu valor nutritivo, como a técnica de emurchecimento do capim (Carvalho et al., 2007a) e/ou uso de aditivos, como polpa cítrica (Rodrigues et al., 2005), co-produtos da indústria do suco de caju (Ferreira et al., 2004), farelo de mandioca (Ferrari Jr. & Lavezzo, 2001) e farelo de trigo (Zanine et al., 2006).

3 | METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso em Santo Antônio do Leverger-MT. O município de Santo Antônio do Leverger está situado 15°47´5´´de Latitude Sul e 56°04´ de Longitude Oeste, com altitude média de 140 m. O clima, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Aw, ou seja, clima tropical, megatérmico, caracterizando-se por duas estações bem definidas: seca (abril a setembro) e chuvosa (outubro a março).

Nos dois experimentos, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com seis e sete tratamentos, respectivamente, e com quatro repetições. No primeiro experimento, os seis tratamentos foram os níveis de 0; 5; 10; 15, 20 e 30% de DDG. No

segundo experimento, os sete tratamentos foram 0; 5; 10; 15; 20 e 30% de WDG.

O capim-elefante (Pennisetum purpureum SCHUM) BRS Canará foi colhido ao atingir 1,50 m de altura, sendo o corte realizado com facão rente ao solo. Após o corte, o material foi imediatamente picado em tamanho de 1 a 2 cm e ensilado.

Como silos experimentais foram utilizados canos de PVC com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento, com capacidade para, aproximadamente, 2,50 kg de silagem (600 kg/m^3). A compactação foi realizada com pêndulos de ferro e o fechamento com tampas de PVC, dotadas de válvula tipo Bunsen, sendo as tampas lacradas com fita adesiva.

A abertura dos silos aconteceu aos 40 dias após a ensilagem. Na coleta das amostras foram desprezados os 5 cm da porção superior e inferior dos silos. Aproximadamente 500g de silagem foi colocada em sacos de papel e secas em estufa de ventilação forçada com temperatura de 55°C por 72 horas.

As amostras pré-secas foram pesadas e moídas utilizando moinho estacionário tipo Willey com peneira de 1 mm, e guardadas em recipientes de polietileno para análises posteriores. Foram realizadas as análises dos teores de matéria seca (MS), material mineral (MM) e proteína bruta (PB), conforme AOAC (1990). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados de acordo com Van Soest et al. (1994).

Determinar-se-á a fibra em detergente neutro isenta de cinzas e de proteínas (FDNcp) conforme Sniffen et al. (1992). O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) e a energia líquida de lactação (ELL) serão estimados conforme Cappelle et al. (2001). O nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e ácido (NIDA) serão analisados de acordo com Licitra et al. (1996). As proteínas insolúveis em detergente neutro (PIDN) e ácido (PIDA) foram calculadas multiplicando-se os valores de NIDA e NIDN por 6,25.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e de regressão, conforme metodologia de Banzato e Kronka (1992).

4 I RESULTADOS DE DISCUSSÃO

O incremento de DDG e WDG em diferentes níveis na ensilagem inferiu mudanças nos valores nutritivas da silagem de capim elefante (Tabela 1). O incremento de aditivos a massa de forragem tem dois propósitos que são: favorecer a conservação e melhorar o valor nutritivo da massa ensilada (BERGAMASCHINE et al., 2006; SANTOS et al., 2010).

A MS apresentou efeito linear crescente com a aplicação dos aditivos. O aumento do teor de MS na silagem levou a melhoria da qualidade fermentativa da massa ensilada comprovando assim a eficácia do aditivo DDG em promover o aumento da MS do material ensilado, isso por que o mesmo apresenta 92,387% de MS.

O teor de MS desempenha papel fundamental ao aumentar a concentração de nutrientes, facilitar os processos fermentativos e diminuir a capacidade de ação dos

Clostrídeos (Waschceck *et al.* 2008). Sendo assim a utilização de aditivos com elevado teor de MS tem sido boa opção para reduzir o teor de umidade do capim elefante no momento da ensilagem, Zanine et al. (2006); Rezende et al. (2010) Andrade, et al. (2012).

O material aditivado com WDG teve efeito linear crescente, aumentando a MS, porem, foi menor devido ao WDG ter 35,64% de MS em sua composição. Silveira (2017), em seu trabalho encontrou efeito linear para a inclusão de torta de macaúba na forragem de capim elefante, na ordem de 0,66% de MS para cada 1% de inclusão.

Nos dois experimentos ocorreu a diluição da matéria mineral conforme a aumento nos níveis de adição de aditivos. No DDG foi encontrado um efeito quadrático onde o menor valor foi no nível de inclusão de 25,85%. Para a variável WDG foi encontrado efeito linear decrescente. Andrade e Lavezzo (1998) observaram que houve queda nos teores de MM à medida que se aumentaram os níveis de aplicação, e esses resultados refletem os teores de MM do aditivo empregado, e a dose máxima foi de 24% de inclusão de farelo de trigo, causou assim o efeito de diluição.

Houve efeito linear decrescente nos níveis de inclusão de DDG sobre os teores de FDA da silagem com valores na ordem de 0,56% de FDA para cada 1% de inclusão (Tabela 1), melhorando assim a digestibilidade da silagem. No experimento com WDG também foi encontrado efeito linear decrescente.

Já na variável FDN, com a adição do DDG foi observado o efeito quadrático, tendo a dose de 26,90% como sendo a que proporcionou a menor FDN (51,12%) (Tabela 1) e qualquer valor de inclusão de DDG acima desse pode levar a um aumento do valor de FDN. Regô (2013), em seu trabalho com três épocas de corte do capim elefante 70, 90 e 110 dias e níveis crescentes de inclusão de farelo de algaroba, obteve resultado semelhante ao desse trabalho, tendo que para cada 1% de inclusão de farelo de algaroba, o FDA da silagem decresceu em 0,54, 0,44 e 0,42% para as respectivas idades de corte.

Quanto maior o teor de FDA, menor a digestibilidade. O FDN tem correlação negativa com o consumo de forragem, ao considerar-se teores de 40% de FDA e 60% de FDN como limitantes da digestibilidade e do consumo, respectivamente (Van Soest, 1994).

Para a variável FDNcp houve efeito quadrático nas doses de DDG sobre o teor de FDNcp, sendo a dose 26,35% a que proporcionou o menor FDNcp 61,71% (Tabela1). No experimento com WDG observou-se o efeito linear das doses de DDG sobre o teor de FDNcp da silagem.

Pires (2009), avaliando casca de café, farelo de cacau e farelo de mandioca na dose de 15% de inclusão obteve alta FDNcp para casca de café (72,6%), devido a este produto apresentar FDNcp similar ao capim elefante. O farelo de cacau propiciou a queda da FDNcp para 63,3% devido ao aditivo apresentar FDNcp de 45,7%. Com a inclusão do farelo de mandioca (11,3 % de FDNcp), o autor observou a queda da FDNcp na silagem para 58%, assim, demonstrando o efeito de diluição que os aditivos propiciam no processo fermentativo.

A proteína bruta apresentou efeito linear crescente quando adicionado DDG, sendo o incremento de proteína bruta na silagem na ordem de 0,55% para cada 1 % de DDG adicionado (Tabela 1). Na dosagem máxima de DDG (30% de inclusão) obteve-se 23,06% de PB na silagem. No experimento com WDG, ocorreu também um efeito linear crescente da PB.

Ferreira (2013), trabalhou com resíduo de cervejaria pré-secado na ensilagem de capim marandu, encontrou efeito linear crescente para PB na ordem de 0,17% para cada 1% de inclusão,

Para o DDG a variável PIDN da MS apresentou efeito quadrático crescente, sendo a dose máxima de 27,89% de inclusão e apresentando 6,98 % de PIDN (Tabela 1). Já no experimento com WDG, a variável PIDN da MS apresentou efeito linear crescente, onde o maior valor de PIDN (MS%) (1,61) foi encontrado quando adicionados 30% de WDG (Tabela 2).

No trabalho de Guerra (2015), com a ensilagem de capim elefante aditivada com bagaço de caju e torta de girassol desidratados, encontrou efeito linear crescente, alcançando na dose máxima utilizada no experimento de 20% de adição 6,08% e 4,04 % de PIDN na MS respectivamente.

Para a variável PIDN (% PB) observou-se que na silagem aditivada com DDG seus teores aumentaram, com dose máxima de inclusão de 19,55 % de DDG levando a um valor de 35,45% de PIDN da PB (Tabela 1). No experimento com WDG, a PIDN %PB apresentou efeito quadrático. Vale ressaltar que quanto maior o valor destes compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro, menos disponível será o teor de nitrogênio para o animal. Andrade et al. (2010), trabalhando com silagem de capim elefante aditivado com farelo de mandioca, casca de café e farelo de cacau, verificaram que o farelo de mandioca apresentou a menor fração de PIDN em relação aos outros dois aditivos, fato devido ao farelo de cacau e casca de café apresentarem maior quantidade de PB em suas composições.

No experimento com DDG, a PIDA (% MS) apresentou efeito linear crescente, sendo que para cada 1% de inclusão do DDG observou um aumento de 0,067% na MS chegando a 2,73% de PIDA na dose máxima de 30% de inclusão (tabela1).

Para o experimento com WDG o efeito foi linear e a dose máxima de 30% de inclusão de WDG chegou a um valor de 0,97% de PIDA (%MS). Ressaltando que o alto teor de PIDA é indesejável, pois o nitrogênio retido na fibra em detergente ácido não é aproveitado pelas bactérias ruminais (Van Soest, 1991; Licitra et al., 1996).

Para a variável PIDA (% PB), não teve efeito significativo com inclusão do DDG (Tabela 1), tendo uma média de 11,17%. Esse fato pode estar relacionado com a boa disponibilidade da PIDN, pois a mesma apresentou 35,45%. de PB. No experimento com WDG, a variável PIDA (%PB) apresentou efeito quadrático. Souza et al (2003) verificaram que o aumento de níveis de casca de café na ensilagem do capim elefante, promoveu incremento linear da PIDA, chegando a 17,70% quando incluiu 34,8% de casca de café.

Variáveis	níveis de inclusão (%)						Equação de Regressão	CV (%)	R²
	0	5	10	15	20	30			
MS (%)	20,56	26,35	28,64	30,52	32,63	38,13	$\hat{y}$= 22,281714 + 0,539371x**	2,72	0,9652
MM (% MS)	10,06	8,53	6,46	5,88	5,26	4,97	$\hat{y}$= 10,101381 - 0,404371x**+ 0,007819x²**	2,65	0,9887
FDA (% MS)	46,5	37,34	35,35	33	31,16	27,39	$\hat{y}$= 42,664107 - 0,565464x**	3,44	0,8697
FDN (% MS)	70,07	64,31	63,86	63,57	63,28	61,31	$\hat{y}$= 63,829768 - 0,944221x**+ 0,017546x²**	2,63	0,9366
FDNcp (% MS)	65,18	57,51	55,7	54,16	53,07	50,77	$\hat{y}$= 68,709375 - 0,531000x**+ 0,010075x²**	2,41	0,8163
PB (% MS)	5,19	10,63	14,63	16,24	18,1	23,06	$\hat{y}$= 7,203250 + 0,558100x**	2,3	0,952
PIDN (% MS)	0,99	2,48	4,87	5,81	6,5	6,91	$\bar{y}$= 0,812899 + 0,442557x** - 0,007935x²**	7,29	0,9936
PIDN (% PB)	19,2	23,35	30,7	35,81	35,93	29,68	$\hat{y}$= 17,751786 + 1,811143x** - 0,046329x²*	7,81	0,9565
PIDA (% MS)	0,76	0,97	1,47	1,8	1,79	2,86	$\hat{y}$= 0,703821 + 0,067807x**	2,19	0,9599
PIDA (% PB)	14,64	9,12	9,91	11,06	9,88	14,42	$\hat{y}$= 11,17	2,98	-

Tabela 1. Composição química da silagem de capim-elefante BRS Canará com diferentes níveis de inclusão de DDG. Matéria seca (MS %); matéria mineral (MM %); Fibra insolúvel em detergente ácido (FDA); fibra insolúvel em detergente neutro (FDN); fibra insolúvel em detergente neutro isenta de MM e proteína bruta (FDNcp); proteína bruta (PB); Proteína indigestível em detergente neutro % da MS (PIDN % MS); proteína indigestível em detergente neutro % da PB (PIDN % PB); proteína indigestível em detergente ácido % MS (PIDA % MS); proteína indigestível em detergente ácido % PB (PIDA % PB).

CV: Coeficiente de variação; R2: Coeficiente de determinação.

**, *: Significativo aos níveis de 1 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Variáveis	Níveis de inclusão (%)						Equação de Regressão	CV (%)	R²
	0	5	10	15	20	30			
MS (%)	20,56	20,84	22,64	22	23,07	24,05	$\hat{y}$= 20,6405 + 0,116650x**	3,83	0,8867
MM (% MS)	10,06	9,07	8,56	8,14	7,56	6,94	$\hat{y}$= 9,727893 - 0,100436x**	2,57	0,9604
FDA (% MS)	46,5	45,75	40,73	39	37,9	35,21	$\hat{y}$= 46,162679 - 0,398607x**	3,04	0,928
FDN (% MS)	70,07	70,5	66,15	65,3	64,27	63,38	$\hat{y}$= 70,009321 - 0,254793x**	1,19	0,8427
FDNcp (% MS)	69,5	67,83	64,32	63,09	62,06	61,88	$\hat{y}$= 65,492071 - 0,265843x**	2,48	0,9821
PB (% MS)	5,19	7,57	9,46	11,19	12,32	13,78	$\hat{y}$= 6,111286 + 0,285529x**	4,71	0,9448
PIDN (% MS)	0,99	1,09	1,26	1,33	1,36	1,61	$\bar{y}$= 1,012107 + 0,019686x**	6,01	0,9756
PIDN (% PB)	19,2	14,43	13,21	12	11,07	11,67	$\hat{y}$= 18,616720 - 0,701386x** + 0,015815x²**	7,48	0,9626
PIDA (% MS)	0,76	0,83	0,9	0,85	0,97	0,88	$\hat{y}$= 0,760083 + 0,015721x** - 0,000376x²**	4,63	0,7297
PIDA (% PB)	14,64	10,97	9,57	7,58	7,89	6,44	$\hat{y}$= 14,206494 - 0,574936x** + 0,010820x²**	4,66	0,9645

Tabela 2. Composição química da silagem de capim-elefante BRS Canará com diferentes níveis de inclusão de WDG. Matéria seca (MS %); matéria mineral (MM %); Fibra insolúvel em detergente ácido (FDA); fibra insolúvel em detergente neutro (FDN); fibra insolúvel em detergente neutro isenta de MM e proteína bruta (FDNcp); proteína bruta (PB); Proteína indigestível em detergente neutro % da MS (PIDN % MS); proteína indigestível em detergente neutro % da PB (PIDN % PB); proteína indigestível em detergente ácido % MS (PIDA % MS); proteína indigestível em detergente ácido % PB (PIDA % PB).

CV: Coeficiente de variação; R2: Coeficiente de determinação.

**, *: Significativo aos níveis de 1 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

5 I CONCLUSÃO

Houve aumento nos teores de MS nas silagens com adição de DDG e WDG elevando a concentração de nutrientes na massa ensilada.

Ambos os aditivos reduziram os teores de FDA, FDN e FDNcp; e também aumentaram o teor de PB, sendo que o DDG foi mais eficiente em incrementar o teor de PB.

Observou que o incremento de DDG reduziu o teor de PIDA.

Os aditivos comprovaram melhoria no valor nutritivo da silagem de capim-elefante, sendo que o aditivo DDG obteve os melhores resultados.

DIFICULDADES ENCONTRADAS E AÇÕES ADOTADAS PARA SUPERAÇÃO DAS DIFICULDADES

Produtos gerados com a participação do bolsista.

Não houve dificuldade.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J.B., LAVEZZO, W. 1998. Aditivos na ensilagem do capim-elefante. I. Composição bromatológica das forragens e respectivas silagens. *Pesq. Agropec. Bras.*, 33.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. Washington, USDA, 1990. 1015p.

BANZATO, D. A.; KRONKA, S. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 247 p.

BERGAMASCHINE, A.F.; PASSIPIÉRI, M.; VERIANO FILHO, W.V. et al. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capimmarandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurchecida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1454-1462, 2006.

BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C. et al. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2185-2291, 2005.

Campos, R. M.; Laforga, C. S.; Rezende, P. L. P.; Rabelo, N. A. Características da silagem de capim colonião (Panicum maximum, jacq) submetido a quatro tempos de emurchecimento pré-ensilagem. Estudos, v. 35, n. 3, p. 385-399, 2008.

CAPPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S. de C.; SILVA, J.F.C. et al. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1837-1856, 2001.

CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante emurchecido ou com adição de farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1495-1501, 2007a.

COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers. **Journal Animal Science**, v.63, n.5, p.1476-1483, 1986.

Ferreira, D.J. 2013. Resíduo desidratado da agroindústria de cervejaria na produção de silagem de capim marandu. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 126 pp.

FERREIRA, J.C.U. **Mato Grosso e seus municípios.** Cuiaba: Secretaria do Estado de Educacao, 2001, p. 608-610.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standartization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage.** Chichester: John Wiley & Sons, 1981. 218p.

RÊGO, A. C. do. et al. Mesquite pod meal in elephant grass silages. Acta Scientiarum. 261 Animal Sciences, Maringá, PR, v. 35, n. 3, p. 251-258, jul./set. 2013.

REZENDE, A.D.; JÚNIOR, D.C.N.A.; RABELO, C.H.S.; RABELO, F. H. S.; SILVA, A. C. L. M.; SILVEIRA, M. S.; SANTOS, W. B. Qualidade de silagens de cana-de-açúcar e capimelefante aditivadas com torta de polpa de coco macaúba. Revista Agrarian, v.3, n.9, p.224- 232, 2010.

RODRIGUES, L.R.A., MONTEIRO, F.A., RODRIGUES, T.J.D. Capim elefante. In: PEIXOTO, A.M., PEDREIRA, C.G.S., MOURA, J.V., FARIA, V.P. (Eds.) Simpósio sobre manejo da pastagem, 17, Piracicaba, 2001. 2ª edição. Anais... Piracicaba:FEALQ, 2001, p.203-224.

SILVEIRA, Hugo Vinícius Lelis. Torta de macaúba como aditivo em silagem de capim-elefante. 2017. 46 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2017.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992

SOUZA, A.L.; BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R. et al. Valor nutritivo de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.828-833, 2003.

VAN SOEST, P.J. The influence of Mallard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. Anim. Feed Sci. Technol., v.32, p.45-53, 1991.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. New York: Cornell University, 1994. 476p.

WILKINSON, J.M. Additives for ensiled temperate forage crops. In. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.73-108.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J.; OLIVEIRA, J. S.; ALMEIDA, J. C. C.; PEREIRA, O. G. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. Archivos de Zootecnia, v. 55, n. 209, p. 75-84, 2006.

CAPÍTULO 8

UTILIZAÇÃO DE BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS NA FERTILIZAÇÃO DE PASTAGENS DE GRAMÍNEAS TROPICAIS

Data de aceite: 01/04/2022
Data da submissão: 28/02/2022

Albert José dos Anjos
Universidade de Taubaté, Centro de Ciências Agrárias
Taubaté – São Paulo
http://orcid.org/0000-0002-5252-1225

Danielle Nascimento Coutinho
Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia
Viçosa – Minas Gerais
https://orcid.org/0000-0002-0136-6536

Alberto Jefferson da Silva Macedo
Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia
Viçosa – Minas Gerais
https://orcid.org/0000-0002-2789-0221

RESUMO. Apesar de sua expressividade pouca atenção tem sido destinada às áreas de pastagens como cultura agrícola, justificando, em partes, os baixos índices de produtividade da agropecuária nacional. A reposição de nutrientes no solo, via adubação é irrisória por parte dos produtores brasileiros para elevar ou até mesmo manter produções satisfatórias, uma vez que o aumento dos custos de produção, ocasionado principalmente pela alta no preço dos insumos (adubo, sal mineral, ração, medicamentos, etc.) não têm tornado esta prática atrativa. Aliado a isto, é necessário salientar que a cultura extrativista, enraizada em boa parte daqueles que se sustentam da atividade, tornam a utilização da prática de adubação ainda mais difícil. A utilização de bactérias diazotróficas tem surgido como alternativa à substituição, parcial ou total, de fertilizantes em sistemas menos intensivos de produção, garantindo o suprimento de nitrogênio basal às plantas forrageiras. Contudo, pesquisas têm evidenciado que a utilização de bactérias diazotróficas associada a outra fonte de fertilização nitrogenada, como os adubos minerais, pode produzir resultados mais promissores. Reflexos desta tecnologia também foram demonstrados para as características nutricionais da planta forrageira. Apesar de sua auspiciosidade, a utilização destas bactérias necessita de mais estudos, uma vez que os resultados com relação principalmente a fixação biológica de nitrogênio são variáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Associação, *azospirillum*, FBN, produtividade.

USE OF DIAZOTROPHIC BACTERIA IN THE FERTILIZATION OF TROPICAL GRASS PASTURES

ABSTRACT. Despite its expressiveness, little attention has been devoted to pasture areas as an agricultural crop, partly justifying the low productivity rates of national agriculture. The replacement of nutrients in the soil, via fertilization, is negligible on the part of Brazilian producers to increase or even maintain satisfactory productions, since the increase in production costs, caused mainly by the high price of inputs (fertilizer, mineral salt, animal, medications, etc.) have not made this practice attractive. Allied to this, it is necessary to point out that the extractive

culture, rooted in most of those who support themselves from the activity, make the use of fertilization even more difficult. The use of diazotrophic bacteria has emerged as an alternative to the partial or total replacement of fertilizers in less intensive production systems, ensuring the supply of basal nitrogen to forage plants. However, research has shown that the use of diazotrophic bacteria associated with another source of nitrogen fertilization, such as mineral fertilizers, can produce more promising results. Reflections of this technology have also been demonstrated for the nutritional characteristics of the forage plant. Despite its auspiciousness, the use of these bacteria needs further studies, since the results regarding mainly biological nitrogen fixation are variable.
KEYWORDS: Association, azospirillum, FBN, productivity.

INTRODUÇÃO

As áreas de pastagens recobrem cerca de 162 milhões de hectares, ao se contabilizar as áreas de pastagens nativas e cultivadas (BeefREPORT Perfil da Pecuária no Brasil, 2020), o que equivale a ~45% da área das propriedades agrícolas em território brasileiro (IBGE, 2022). Porém, uma grande proporção de áreas de pastagens encontra-se sob baixa produtividade agrícola (Dias-Filho, 2015). Dentre os principais reflexos dessa baixa produtividade agrícola (massa de forragem) citam-se a baixa taxa de lotação [0,5 a 1,5 unidade animal (UA) ha^{-1} durante o período chuvoso e 0,3 a 0,8 UA ha^{-1} durante o período seco] e o baixo desempenho animal (75 a 150 kg cab^{-1} ano^{-1} e 75 a 210 kg ha^{-1} ano^{1}) observados na pecuária tradicional (MARTHA JR et al., 2006).

Apesar de vários fatores contribuírem para esse cenário, situações como manejo inadequado dos pastos, utilização de espécies forrageiras pouco adaptadas às condições edafoclimáticas e a redução da fertilidade do solo através da remoção dos nutrientes pelos animais em pastejo configuram-se como fatores determinantes (DIAS-FILHO, 2015).

Com relação a reposição de nutrientes em pastagens via adubação, é importante mencionar a baixa adoção desta técnica por parte dos produtores. No Brasil, apenas 1,5% do total de fertilizantes comercializados são destinados a reposição de nutrientes em áreas sob pastagem, enquanto em países de expressiva participação na pecuária bovina como EUA, China, Austrália, Nova Zelândia, e Argentina, esse percentual tem variado de 2,8 a 88,8% (WERNERSBACH FILHO, 2019).

A principal explicação para o reduzido aporte de fertilizantes em solos sob pastagens no Brasil está relacionada ao seu elevado custo e ao baixo poder aquisitivo da maioria dos produtores brasileiros (VOGEL et al., 2014). Como exemplo, o preço da tonelada de ureia, principal fonte de nitrogênio utilizada para adubação de áreas de pastagens, variou de R$ 240,23 em dezembro de 2001 a R$ 5.000 em dezembro de 2021, o que corresponde a uma alta de mais de 2.000% (INDEX MUNDI, 2022). Por outro lado, o valor médio da arroba do boi gordo no estado de São Paulo, durante o mesmo período, teve alta de apenas 596%, variando de R$ 46,11 em dezembro de 2001 para R$ 320,90 em dezembro de 2021 (CEPEA, 2022). Assim, enquanto em dezembro de 2001 o produtor necessitava de

5,2 arrobas de boi gordo para adquirir uma tonelada de ureia, em dezembro de 2021 a quantidade de arrobas necessárias para adquirir uma tonelada de ureia aumentou para 15,6, essa elevada variação no custo de adubo nitrogenado, inviabiliza seu uso efetivo por parte dos produtores.

Forrageiras tropicais de elevada produção tendem a exigir melhores condições de fertilidade de solo, sobretudo N (Paciullo et al., 2017). Assim, a busca por aumento na produtividade do sistema tem gerado impactos negativos, deixando os produtores mais dependentes de fertilizantes químicos e distantes de alcançar uma produção sustentável (Bounaffaa et al., 2018). Os adubos nitrogenados apresentam rápidas perdas por volatilização e lixiviação, podendo desencadear impactos ambientais significativos como a contaminação dos solo e da água por nitrato (Pedreira et al., 2017) e emissão de N_2O e NH_3 (Burchill et al., 2016). Além disso, o seu uso contribui para a pegada de carbono, com emissão de C ao longo de todo o processo de produção, armazenamento, transporte e distribuição de 0,9 a 1,8 kg de C equivalente kg^{-1} de N (3,3 a 6,6 kg de CO_2 equivalente kg^{-1} de N) (Bouwman et al., 2002; Lal, 2004).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) se apresenta como uma alternativa para a manutenção de um sistema produtivo mais sustentável. Entretanto, apesar da FBN promovida por plantas leguminosas ser bastante difundida, e gramíneas associadas a bactérias diazotróficas também terem demonstrando esse potencial (Chalk, 1991; Boddey e Dobereiner, 1995), estudos com relação a bactérias diazotróficas em condições de pastagens exclusivas de gramíneas são recentes.

Assim, objetiva-se por meio deste capítulo apresentar resultados da utilização de bactérias diazotróficas em áreas de pastagem, contribuindo com a difusão do conhecimento sobre esta técnica e auxiliando na melhoria da sustentabilidade (econômica, ambiental e produtiva) da pecuária brasileira.

DIAZOTROFISMO E BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS

Diazotrofismo é a capacidade que algumas bactérias apresentam de fixar biologicamente o N_2 disponível na atmosfera, podendo essas bactérias serem classificadas como de vida livre ou endofíticas. Bactérias de vida livre vivem harmonicamente com as plantas e utilizam-se dos exsudados oriundos das raízes das plantas para sua sobrevivência, enquanto que as endofíticas mantém relação mais estrita e necessitam do vegetal para completar seu ciclo de vida (VIDEIRA; ARAÚJO; BALDANI, 2007). Bactérias com potencial para promoverem o crescimento de plantas através do uso de mecanismos combinados ou individuais, têm sido comumente estudadas e utilizadas nos últimos séculos (FUKAMI; CEREZINI; HUNGRIA, 2018).

Diversos gêneros de bactérias diazotróficas, como *Azospirillum, Acetobacter* e *Herbaspirillum*, conseguem fixar o N_2 através de associações com gramíneas forrageiras,

fornecendo parte do N necessário para o crescimento da planta, fato que tem gerado impactos positivos, sobretudo em sistemas com baixa ou nenhuma adição de fertilizantes nitrogenados (Brasil et al., 2005), o que é comum em território nacional. Dentre estas bactérias, especial atenção tem sido despendida ao gênero *Azospirillum*, entretanto os benefícios desta bactéria em áreas de pastos de gramíneas tropicais ainda são pouco conhecidos (LEITE et al., 2019).

A estimativa da contribuição da FBN em plantas é feita pelo método da abundância natural de ^{15}N. O N absorvido pelas plantas através do solo tende a apresentar elevado ^{15}N; ao passo que, plantas que possuem N oriundo da FBN tendem a possuir mais baixa concentração de ^{15}N (Boddey et al., 2001). Algumas gramíneas são capazes de realizar essa associação, entretanto, tem sido observada alta variação na quantidade de N fixado, em geral mais baixas que as obtidas em leguminosas (Yoneyama, et al., 1993; Dubeux e Sollenberger, 2020).

FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO POR BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS

Em experimento conduzido em casa de vegetação, Marques et al. (2017) avaliaram quatro espécies de gramíneas tropicais, duas consideradas de crescimento lento (*Andropogon lateralis* e *Aristia laevis*) e duas de crescimento mais rápido (*Paspalum notatum* e *Axonopus affinis*). As plantas receberam doses de P e N (50 mg kg^{-1} de solo e 100 mg kg^{-1} de solo, respectivamente) e foram colhidas em três diferentes idades (*A. lateralis, P. notatum* e *A. afins* colhidas 45, 60 e 76 dias após semeadura e *A. laevis* colhida 76, 95 e 113 dias após semeadura). A espécie de crescimento mais lento (*A. laevis*), apesar de ser a espécie estudada com pior valor nutritivo, apresentou maior FBN (36%). Além disso, os autores observaram redução na colonização de bactérias fixadoras de N com a adubação de N e P. É provável que a adição de nutrientes altere a composição dos exsudatos secretados pelas raízes e liberados na rizosfera (Kaschuk et al., 2016), afetando a colonização bacteriana de maneira negativa (Marks et al., 2013).

Em estudo avaliando seis cultivares de *Paspalum notatum* Flüggé, foi observado teor de N total acima do solo (NTAS) médio de 27,5 kg de N ha^{-1} ano^{-1}, enquanto que a FBN estimada foi de aproximadamente 9 kg de N ha^{-1} ano^{-1}, ou seja, 32% do NTAS foi oriundo da FBN (Santos et al., 2019).

Morais et al. (2012) avaliaram o potencial de diferentes genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Shum.) em obter benefícios da FBN, e observaram, em quatro genótipos avaliados, que 18 a 70% do N obtido pelas plantas era oriundo da FBN, correspondendo a *inputs* de 36 a 132 kg N ha^{-1} ano^{-1}.

USO DE BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS EM ASSOCIAÇÃO COM FERTILIZANTES

O efeito de estirpes de *Azospirillum* no desenvolvimento de dois genótipos de *Uruchloa* spp. para a recuperação de áreas de pasto degradado foi avaliado por Hungria; Antonio e Araujo (2016). As gramíneas *Uruchloa brizantha* cv. Marandu e *U. ruzizienses* foram submetidas aos tratamentos: sem fertilização nitrogenada e sem inoculação, fertilização com 40 kg de N ha^{-1} e a combinação de 40 kg de N ha^{-1} + estirpes CNPSo 2038 e CNPSo 2034 de *Azospirillum brasilense* inoculado. O estudo tinha por objetivo avaliar a habilidade da bactéria na promoção do crescimento das plantas na presença do fertilizante nitrogenado, assim como sua capacidade de fixação do nitrogênio atmosférico. Os autores observaram que as plantas submetidas à fertilização nitrogenada + inoculação com Azospirillum acumularam mais biomassa do que os outros tratamentos. No caso da *U. brizantha,* o acréscimo foi 3,6 e 28,2% superior em relação ao tratamento controle, para a adubação e adubação + inoculação. Ao se avaliar a *U. ruziziensis,* o acúmulo de biomassa em relação ao tratamento controle foi ainda mais pronunciado, com valor de 36,1% para a fertilização associada ao *Azospirillum* e 17,3% para a fertilização individual.

O maior acréscimo produtivo observado em pastos submetidos à adubação nitrogenada em conjunto com a inoculação com bactérias diazotróficas pode ser justificado pela maior taxa de recuperação observada nestas situações. Através do método de recuperação aparente, pastos de Croastcross-1 submetidos à adubação com 100 kg N ha^{-1} e inoculados ou não com *A. brasilense* mostraram efeito positivo da inoculação na recuperação de N-ureia. A recuperação de N-ureia foi de 57,3% nos pastos submetidos, enquanto naqueles onde a técnica não foi adotada a recuperação não passou de 41,2% (AGUIRRE et al., 2020).

Cinco doses de fertilizantes nitrogenados (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha^{-1}) combinadas ou não com a inoculação com *A. brasilense* foram avaliadas por Leite et al. (2019) na adubação do capim-mombaça (*Megathyrsus maximus*). A utilização do *Azospirillum* foi responsável por um acréscimo de 36% no acúmulo diário de forragem. Reflexo no número de perfilhos pode ser observado nas doses de 25, 50 e 100 kg de N quando se utilizou a inoculação, evidenciando que esta prática pode ser uma alternativa para aumentar o perfilhamento em gramíneas. As plantas inoculadas apresentaram em média 1,8% de N foliar, enquanto nas inoculadas esse valor chegou a 2%. Para a massa de raízes, a resposta das plantas para inoculação variou conforme a dose de nitrogênio.

Diferentemente do trabalho acima, Pedreira et al. (2017) não observaram reflexos da inoculação com *Azospirillum* na dinâmica de perfilhamento do capim-marandu submetido a estratégias de fertilização nitrogenada sob quatro tratamentos: ausência de fertilização, fertilização com 80 kg de N ha^{-1}, inoculação com *A. brasilense* e a combinação de 80 kg de N + inoculação com *A. brasilense*. Diante deste fato, os autores assumiram que o uso do

inoculante não reduziu a necessidade de correção do solo.

Todavia, Sá et al. (2019) ao avaliarem o efeito da inoculação com bactérias promotoras de crescimento em plantas no rendimento de biomassa seca, massa de raízes e valor nutritivo do híbrido capim-mavuno (*Uruchloa* spp.), também não observaram efeito destas bactérias sobre a maioria das variáveis analisadas e atribuíram estes resultados ao bom estado de fertilidade do solo utilizado naquela condição. Entretanto, quando combinado com a adubação nitrogenada as bactérias promoveram aumento na produtividade, no índice relativo à clorofila, na concentração e na captação de nitrogênio, indicando o potencial destas bactérias como alternativa sustentável para redução na utilização de adubos como fonte nitrogenada.

Aumento de 133,9% na fixação biológica de nitrogênio (FBN) foi observado por Aguirre et al. (2020) ao compararem pastos de Coastcross-1 inoculados com *A. brasilense* (stirpes Ab-V5 e Ab-V6) e não adubados, com pastos não inoculados e não adubados. Enquanto a FBN dos pastos sem inoculação foi de 23 kg ha^{-1} N, a fixação nos pastos submetidos à inoculação foi de 53,8 kg ha^{-1} N. Entretanto, em situações onde a inoculação é condicionada à adubação nitrogenada, a FBN pode ser reduzida. Marques et al. (2017) demonstrou redução no número de bactérias diazotróficas nas raízes das de *Axoponus affinis, Paspallum notatum, Adropogon lateralis* e *Aristida laevus* submetidos à fertilização com nitrogênio e fósforo.

REFLEXOS DA UTILIZAÇÃO DE BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO PASTO

Leite et al. (2019) avaliando duas cepas de *Azospirillum brasiliense* (Ab-V5 e Ab-V6) em pastos de *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça, observaram aumento de 36% na produção de forragem quando comparados a pastos não adubados e não inoculados.

A influência da inoculação com bactérias diazotróficas nas características nutricionais da gramínea Coastcross-1 foi demonstrada por Aguirre et al. (2018). Quando não associada à adubação, os autores observaram que a inoculação com as estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *A. brasilense* além de aumentar a taxa de produção de forragem, também aumentou a taxa de produção de energia (NDT) na gramínea.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de bactérias diazotróficas é uma técnica promissora para utilização em áreas de pasto. Embora o uso destas bactérias tenha como principal objetivo a FBN, pesquisas têm evidenciado benefícios da sua utilização em situações onde fertilizantes nitrogenados são utilizados. É provável que sua maior contribuição em áreas de pasto esteja relacionada ao aumento da produtividade das gramíneas. Entretanto, mais trabalhos em situações contrastantes de manejo, principalmente de pastejo, precisam ser realizados

para melhor descrever o padrão produtivo das gramíneas nestas condições.

Assim, embora a associação entre bactérias diazotróficas e gramíneas tropicais promova a FBN, sendo uma importante alternativa ao uso de fertilizantes químicos, contribuindo para a manutenção da produção e sustentabilidade dos sistemas, os estudos feitos até então mostram um potencial de fixação do N bastante variável entre as diferentes espécies estudadas.

REFERÊNCIAS

AGUIRRE, P. F. et al. Valor nutritivo da Coastcross-1 inoculada com Azospirillum brasilense. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 6, p. 1997–2006, dez. 2018.

AGUIRRE, P. F. et al. Biological nitrogen fixation and urea-N recovery in “Coastcross-1” pasture treated with Azospirillum brasilense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, 2020.

BEEF REPORT. Perfil da Pecuária no Brasil. ABIEC. 2020. Disponível em: http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/. Acesso em: 07 jun. 2021.

BODDEY, R. M.; DOBEREINER, J. Nitrogen fixation associated with grasses and cereals: Recent progress and perspectives for the future. **Fertilizer Research**, v. 42, p. 241–250, 1995.

BODDEY, R. M.; POLIDORO, J. C.; RESENDE, A. S.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Use of the15N natural abundance technique for the quantification of the contribution of N2 fixation to sugar cane and other grasses. **Functional Plant Biology**, v. 28, p. 889-895, 2001.

BOUNAFFAA, M.; FLORIO, A.; ROUX, X. L.; JAYET, P. A. Economic and environmental analysis of maize inoculation by plant growth promoting rhizobacteria in the French Rhône-Alpes region. **Ecological Economics**, v. 146, p. 334-46, 2018.

BOUWMAN, A. F.; BOUMANS, L. J. M.; BATJES, N. H. Emissions of N2O and NO from fertilized fields: Summary of available measurement data. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 16, n. 4, p. 6-1–6-13, 2002.

BRASIL, S.; BALDANI, J. I.; LUCIA, V.; BALDANI, D. Ocorrência e diversidade de bactérias diazotróficas associadas a gramíneas forrageiras do pantanal sul matogrossense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 179–190, 2005.

BURCHILL, W.; LANIGAN, G. J.; LI, D.; WILLIAMS, M.; HUMPHREYS, J. A system N balance for a pasture-based system of dairy production under moist maritime climatic conditions. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 220, p. 202-210, 2016.

CHALK, P. The contribution of associative and symbiotic nitrogen fixation to the nitrogen nutrition of non-legumes. **Plant and Soil**, v. 132, n.1, p. 29-39, 1991.

CEPEA. Série de preços do boi gordo no Estado de São Paulo. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/boi-gordo.aspx. Acesso em: 15 jan.2022.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de Pastagens: Processos, Causas e Estratégias de Recuperação,** Edição do Autor, Belém, Brasil, 2015.

DUBEUX JR., J. C. B.; SOLLENBERGER, L. E. Nutrient cycling in grazed pastures. In: **Management Strategies for Sustainable Cattle Production in Southern Pastures**. Academic Press, 2020. p. 59-75.

FUKAMI, J.; CEREZINI, P.; HUNGRIA, M. Azospirillum: benefits that go far beyond biological nitrogen fixation. **AMB Express**, v. 8, n. 1, p. 1–12, 2018.

HUNGRIA, M.; ANTONIO, M. A.; ARAUJO, R. S. Agriculture , Ecosystems and Environment Inoculation of Brachiaria spp . with the plant growth-promoting bacterium Azospirillum brasilense : An environment-friendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. **"Agriculture, Ecosystems and Environment"**, v. 221, p. 125–131, 2016.

INDEX MUNDI. Uréia. Preço Mensal - Real brasileiro por Tonelada. Disponível em:https://www.indexmundi.com/pt/pre%C3%A7os-de-mercado/?mercadoria=ureia&meses=240&moeda=brl. Acesso em 15 jan. 2022.

IBGE. Utiilização das terras (em hectares). Disponível em: https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html. Acesso em 28 fev. 2022.

KASCHUK, G.; NOGUEIRA, M. A.; DE LUCA, M. J.; HUNGRIA, M. Response of determinate and indeterminate soybean cultivars to basal and topdressing N fertilization compared to sole inoculation with *Bradyrhizobium*. **Field Crops Research**, v. 195, p. 21-27, 2016.

LAL, R. Carbon emission from farm operations. **Environment International**, v. 30, p. 981–990, 2004.

LEITE, R. da C.; SANTOS, A. C. dos; SANTOS, J. G. D. dos; LEITE, R. da C.; OLIVEIRA, L. B. T. de; HUNGRIA, M. Mitigation of Mombasa grass (*Megathyrsus maximus*) dependence on nitrogen fertilization as a function of inoculation with Azospirillum brasilense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 43, p. 1-14, 2019.

LEITE, R. D. C. et al. Mitigation of mombasa grass (megathyrsus maximus) dependence on nitrogen fertilization as a function of inoculation with azospirillum Brasilense. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 43, p. 1–14, 2019.

MARQUES, A. C. R.; de OLIVEIRA, L. B.; NICOLOSO, F. T.; JACQUES, R. J. S.; GIACOMINI, S. J.; de Quadros, F. L. F. Biological nitrogen fixation in C4 grasses of different growth strategies of South America natural grasslands. **Applied Soil Ecology**, v. 113, p. 54-62, 2017.

MARKS, B. B.; MEGÍAS, M.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Biotechnological potential of rhizobial metabolites to enhance the performance of *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* inoculants with soybean and maize. **AMB Express**, v. 3, n. 1, p. 21, 2013.

MARTHA JR., G. B.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. O. A planta forrageira em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23. ***Anais...*** Piracicaba: Fealq. p. 87-137, 2006.

MORAIS, R. F. de; QUESADA, D. M.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Contribution of biological nitrogen fixation to Elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Plant and Soil**, v. 356, n. 1-2, p. 23-34, 2012.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; MAURÍCIO, R. M.; FERNANDES, P. B.; MORENZ, M. J. F. Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and Forage Science**, v. 72, p. 590-600, 2017.

PEDREIRA, B. C.; BARBOSA, P. L.; PEREIRA, L. E.T.; MOMBACH, M. A.; DOMICIANO, L. F.; PEREIRA, D. H.; FERREIRA, A. Tiller density and tillering on *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pastures inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, n.4, p.1039-1046, 2017.

SÁ, G. C. R. et al. Biomass Yield, Nitrogen Accumulation and Nutritive Value of Mavuno Grass Inoculated with Plant Growth-promoting Bacteria. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 50, n. 15, p. 1931–1942, 2019.

SANTOS, E. R.; DUBEUX JR., J. C. B.; MACKOWIAK, C.; BLOUNT, A. R. S.; JARAMILLO, D. M.; GARCIA, L.; PEREIRA-NETO, J. D.; RUIZ-MORENO, M. Sward responses of bahiagrass cultivars under no nitrogen fertilization. **Crop Science**, v. 59, n. 6, p. 2893-2902, 2019.

VIDEIRA, S. S.; ARAÚJO, J. L. S.; BALDANI, L. D. **Metodologia para Isolamento e Posicionamento Taxonômico de Bactérias Diazotróficas Oriundas de Plantas Não-LeguminosasDocumentos**: Documentos. Seropédica: [s.n.].

VOGEL, G.; *et al.* Efeitos da utilização de *Azospirillum brasilense* em poáceas forrageiras: Importâncias e resultados. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 1, p. 01-06, 2014.

WERNERSBACH FILHO, H. L. Adubação de pastagens: perspectivas da indústria de fertilizantes. In: PEREIRA, O. G.; *et al.* **XI Simpósio sobre manejo estratégico de pastagens.** UFV, Viçosa-MG, p.105-120, 2019.

YONEYAMA, T.; MURAOKA, T.; MURAKAMI, T.; BOONKERD, N. Natural abundance of 15N in tropical plants with emphasis on tree legumes. **Plant and Soil**, v. 153, p. 295-304, 1993.

SOBRE OS ORGANIZADORES

AMANDA VASCONCELOS GUIMARÃES - Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Mestrado em Zootecnia na área de nutrição e produção animal pela Universidade Federal de Viçosa - UFV e Doutorado em Zootecnia na área de produção e nutrição de ruminantes pela Universidade Federal de Lavras - UFLA. Atua na área de nutrição e produção animal, com ênfase em nutrição e alimentação, avaliação de alimentos, forrageiras e resíduos agroindustriais. É Tutora EAD na Faculdade Unyleya, no curso de Pós-Graduação em Zootecnia.

FERNANDO MORAES MACHADO BRITO – Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU e licenciatura em Biologia pela Universidade de Franca – UNIFRAN. Especialização em Ciências Ambientais pelo NADC/UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro, mestrado em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU e doutorado em Medicina Veterinária pela FCAV/UNESP – Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho. Atua na área de sanidade e produção de organismos aquáticos. É professor no Instituto Federal do Mato Grosso do Sul nos cursos técnicos em aquicultura e bacharelado em engenharia de pesca, além de coorientar no mestrado em Tecnologia de alimentos do Instituto Federal Goiano.

ÍNDICE REMISSIVO

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Ano 2022

ZOOTECNIA:

Sistema de produção animal e forragicultura 2

@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Ano 2022

ZOOTECNIA:

Sistema de produção animal e forragicultura 2